١٠٠٠ سؤال وجواب في الميكانيكا

إعداد / م.فاروق عبد اللطيف سليمان



١٠٠٠ سؤال وجواب في الميكانيكا

إعداد: م. فاروق عبد اللطيف سليمان

تصميم الغلاف : مهندس/ سامر محمود

التنسيق الداخلى : رفعت حسن سيد سالم

الناشر:

دار العلوم للنشر والتوزيع - القاهرة - مصر

رقم الإيداع:

٢٠٠٥/١٤٩٠٦

I.S.B.N

977-380-050-4

سنة الطبع : ١٤٢٦هـ / ٢٠٠٥م

العنوان:

43 ب شارع رمسيس = أمام جمعية الشبان المسلمين - الدور السادس = شقة 71 - معروف.

المراسلات:

ص ب: 202 محمد فريد 11518 القاهرة

هاتف:٥٧٦١٤٠٠(٢٠٢) وفاكس: ٥٧٩٩٩٠٧(٢٠٢)

إدارة المبيعات: 0127221936-0124068553

البريد الإلكترونى :

daralaloom@hotmail.com
info@daralaloom.com

مُقدِّمة

Preface

هـذا الكـتاب يحـتوي عـلى كـل مـا يفيد الطالب والدارس والصانع في مجال الصناعة للهندسـة الميكانيكـية ويعتبر مرجع أساسي وهام للرجوع إليه عند طلب معرفة الكثير من المعلـومات الهندسـية الميكانيكـية. وهـذا الكـتاب يحـتوي على نماذج وتجارب وإختبارات مأخوذة من مؤسسات ومعاهد علمية دولية.

كـما أن هذا الكتاب تطرق في الأسئلة والأجوبة التي يحتويها إلى كل ما يحتاجه الطالب والدارس والصانع في المجال الفني الميكانيكي وخاصة المهندسين المبتدئين.

كـما أن هـذا الكـتاب ذات أهمـية كـبرى لطلبة الهندسة في المراحل الهندسية الميكانيكية المبكرة.

ومـن جانـب آخـر فهـذا الكتاب مزود بالمعلومات الفنية التي يحتاجها القارئ الفني. وهذا يساعد أيضًا في تزويد القارئ بأساسيات تمهيدية في علم الميكانيكا والرموز الهندسية التـي تكـون عقبه في بعض الأحيان أما القارئ وكذلك يوضح الكتاب ملاحظات ونتائج تجـارب عملية سواء كانت معملية أو يدوية والتي تمت على أجهزة تجارب وهذه الأجهزة تعتـبر مبـسطة جـدًا وهـي مشروحة وموضوعة بما فيه الكفاية في أجوبة الأسئلة كما أن ما يحـتويه الكـتاب يساعد الطلبة على عمل تجارب مشابهة ومتماثلة وذلك كمجهود شخصي لذاتهم.

ويحـتوي الكـتاب عـلى مـا يجب معرفتة كمراحل أولية من صيغة القوانين والمعادلات الميكانيكـية والتي تساعد الطالب قبل التعمق والدخول في دراسة علم الهندسة الميكانيكية وبذلك كان من الضروري أخذ هذه المعرفة أو المعلومة الأولية في الإعتبار.

وقد زود الكتاب بتجميع أكبر عدد من التعريفات والمصطلحات الفنية والميكانيكية وكذلك الشرح والتفسير الكافي وذلك من أجل توفير المعلومات المنسقة للقارئ الملتزم بهذه المبادئ العلمية. وبذلك يستطيع القارئ المواظبة على ما يتم تظريًا وعمليًا للأمثلة والمشاكل اليومية التي تقابلهم. كما أن الكتاب يحتوي على تمارين وإختبارات عديدة تساعد على تأكيد ومعرفة المعلومة.

مهندس / فاروق عبد اللطيف سليمان

مبادئ الميكانيكا والإستاتيكا

Mechanic And Static Principals

س١: ما هو تعريف علم الميكانيكا؟

ج: علم الميكانيكا هو بصفة عامة علم يتعامل مع القوى الميكانيكية وهو علم تأثير أو فعل القوة على الأجسام.

والعوامل التي تشملها الميكانيكيات هي كالآتي:

١- الوزن	Weight
٢- القوة	Foree
٣- الحيز أو المسافة	Space, Distance
٤- الزمن	Time

س٢: ما هو الوزن Weight؟

ج: الوزن هو قياس للكتلة أو الكمية لمادة أو جسم ويعبر عنها بالأونس Ounce والباوند Pound والطن Ton والكيلوجرام Kilogram والجرام Gram.

وفي النظام الإنجليزي للقياس نجد أن ١٦أونس = واحد باوند ٢٠٠٠ رطل = واحد طن. وهذا يسمى بالطن الصافي أو القصير حيث أن الهندريدويت Hundredweight أو ٢٢٤٠ رطل تسمى بالطن الطويل (نظام المملكة المتحدة الإنجليزي).

س٣: ما هي القوة Force؟

ج: والقوة في الميكانيكا تعتبر العامل الذي يميل إلى إحداث أو تعديل أو تأخر حركة وهي مثل الوزن أيضًا يكون قياسها بالأونس والباوند والطن والآن وحدة قياسها نيوتن Newton.

س٤: ما هو الحيز Space أو المسافة Distance؟

ج: والحيز أو المسافة كما تعتبر في الميكانيكا هي قياس المسافة التي من خلالها تؤثر القوة على جسم ما أو مادة ويعبر عن قياس وحدتها بالبوصة والقدم والميل والمتر والكيلومتر والسنتيمتر والمليمتر.

س٥: ما هو الزمن Time؟

ج: الزمن في علم الميكانيكا هو قياس الزمن لكمية معينة من الشغل المبذول وهو قياس الزمن الذي تؤثر فيه القوة على جسم ما. ووحدات قياس الزمن هي الثانية والدقيقة والساعة.

س٦: ما هو الشغل Work؟

ج: الشغل في علم الميكانيكا هو حاصل القوة المؤثرة على جسم أو مادة مضروبًا في الحيز أو المسافة التي من خلالها تؤثر القوة. وهي حاصل وزن أو مقدار القوة مضروبًا في الحيز أو المسافة التي تؤثر أو تعمل فيها.

س٧: ما هي القدرة power؟

ج: القدرة كما يعتبرها علم الميكانيكا هي حاصل ضرب القوة في المسافة ومقسومًا على الزمن. وهي تستخدم لتصميم أداء كمية شغل معينة في زمن معين. ومصطلحات القوة والقدرة ليست مترادفة فالقوة تعرف بالسبب الذي يحدث أو يغير الحركة بينما القدرة هي قياس القوة والمسافة والزمن.

س٨: ما هي القدرة الحصانية Horsepower؟

ج: هي وحدة قياس القدرة وهي وحدة قياس الشغل أو القدرة للمحركات والغلايات والتوربينات والآلات المماثلة والمعدات. وهي تساوى أو تعادل ٣٣٠٠٠ قدم. رطل في الدقيقة وتفسير ذلك يعني أن ٣٣٠٠٠ رطل تتحرك خلال مسافة واحد قدم في دقيقة واحدة.

س٩: ما هي القدرة في النظام المتري؟

ج: في النظام المتري نجد أن ما يعادل الحصان الميكانيكي H.P هو الحصان المتري وهو يساوى ٧٥ كيلوجرام. متر/ثانية وهذا بدوره = ٥٤٢,٥قدم. رطل/ ثانية أو ٣٢٥٠٠ قدم. رطل في الدقيقة.

س١٠: ما معنى مصطلح الكيلووات Kilowatt؟

ج: .kw & Kw. & KW والكيلووات = ١٠٠٠وات. وهو يستخدم في الشغل الكهربائي كوحدة قياس القدرة الكهربائية وهو يساوى ١,٣٤ حصان .HP أو واحد حصان .HP = ٠,٧٤٦كيلووات.

س١١: عرف وحدة قياس القوة؟

ج: وهي تستخدم في العلوم والهندسة وهي القوة التي يمكن أن تعطي لواحد باوند من المادة تسارع قدرة ٣٢,١٧٤ قدم/ثانية أو هي القوة التي من خلالها تستطيع الجاذبية جذب واحد باوند من المادة عند زاوية ٤٥° خط عرض عند مستوى البحر.

س١٢: ما هو قياس القوة في النظام المتري؟

ج: يكون قياس القوة سم جم. ثانية وتعرف وحدة القوة في هذه الحالة بأنها القوة التي تؤثر على كتلة قدرها واحد جرام والتي سوف تحدث في واحد ثانية سرعة واحد سم في الثانية وتسمى هذه الوحدة داين (Dyne).

س١٣: ما هو القصور الذاتي Inertia؟

ج: القصور الذاتي هو خاصية الجسم التي تجعله يميل لأن يبقى في حالته التي عليها من حيث السكون أو الحركة حتى يتم التأثير عليه بقوة ما تميل إلى تغيير حالته التي عليها.

س١٤: عرف السرعة Velocity؟

ج: السرعة هي قياس معدل الحركة أو السرعة لجسم ما في أي حالة وتكون وحدات قياسها هي بوصة أو قدم في الثانية أو في الدقيقة أو في الساعة وبالنظام المتري تكون ميل/ساعة أو كيلومتر/ساعة أو متر/ ثانية.

س١٥: ما هي المقاومة Resistance؟

ج: في علم الميكانيكا تعرف المقاومة بأنها هي أي شيء يميل لإعتراض قوة مؤثرة. وحينما يكون الجسم الذي تؤثر فيه القوة في حالة توازن فإن المقاومة تكون متساوية ومضادة للقوة.

س١٦: عرف الطاقة Energy وما هي أشكال الطاقة؟

ج: الطاقة لها أنواع عديدة فيمكن أن تكون في شكل الحرارة أو يمكن أن تكون ميكانيكية أو كهربائية أو كيميائية.

وتعرف الطاقة بأنها القدرة على بذل الشغل ووحدة قياسها چول، كيلوچول مثل الشغل. الطاقة الناتجة من الحرارة وقدرة البخار في التوربينة البخارية يستفاد بها في شكل حركة وتتسبب في أن تعطي التوربينة شغل مفيد.

س١٧: ما هي أنواع الطاقة التي توضع في الإعتبار؟

ج: أثنين فقط من أنواع الطاقة توضع في الإعتبار وهما الطاقة الحرارية والطاقة الميكانيكية. وفي تلك الطاقة التي تتواجد في النوعان وواحدة منهم طاقة الوضع Potential energy والأخرى طاقة كيناتيكية Kinetic energy.

س١٨: ما هي طاقة الوضع Potential energy وأذكر أمثلة عليها؟

ج: طاقة الوضع أو الطاقة المختزنة هي الطاقة عند السكون ومثال ذلك أنه بفرض أن هناك جسم ساقط في إتجاه الأرض ربما يكون ذلك لبذل شغل. ومن ثم فبينما كان الجسم في حالة سكون أو قبل أن يبدأ في السقوط فهو يحتوى على طاقة وضع أو بإحتواء ذاتي للقدرة تكون متاحة في وزن الجسم وقوة الجاذبية.

س١٩: ما هو المثال الآخر لطاقة الوضع؟

ج: هو كومة من الفحم لها طاقة وضع حيث أنه في عملية الحرق فإن طاقة وضع هذه الكومة من الفحم تنطلق في شكل حرارة والتي بدورها تستغل لشغل مفيد وما

يشابه ذلك أيضًا البخار الذي تحت ضغط له طاقة وضع ويمكن أن يعطي شغل بالتمدد.

س٢٠: ما هي الطاقة الحركية Kinetic energy وأذكر أمثلة عليها؟

ج: الطاقة الحركية Kinetic هي طاقة الحركة. ويفرض أن جسم ساقط له وزن ١٠٠٠ رطل وكان معلقًا عند نقطة ١٠٠ قدم فوق الأرض. وإذا كان ممكنا لهذا الجسم أن يسقط إلى الأرض بدون بذل أي شغل عندما يسقط مع إهمال أي فقودات نتيجة للإحتكاك فإن الوزن سوف يكون عند أي نقطة في سقوطه ١٠٠٠رطل لطاقة الوضع ومع ذلك نجد أن الجسم بعد سقوطه خلال مسافة ٢٥٠ قدم فإن طاقة وضعه تزال تبقى ٧٥٠ قدم. رطل. والطاقة الحركية الناتجة ستساوي ٢٥٠ قدم. رطل من الطاقة الحركية أو الحقيقية.

س٢١: ما هو المانع الذي يحتوي على طاقة الوضع والحركة؟

ج: البخار هو الذي يحتوي على طاقة الوضع وطاقة الحركة كما يعرف في الغلاية والخزان أو الماسورة وهذه الطاقة تكون طاقة وضع ولكن عندما تمر من خلال الصمام على إسطوانة المحرك أو من خلال الفواني إلى التوربينة ويتمدد وفي البذل تحدث طاقة حركية بواسطة قوة التمدد والزيادة في سرعتها.

س٢٢: ما هو التثاقل أو الجاذبية Gravity وما هو تعريفه؟

ج: التثاقل هو قياس القوة التي تسببها جاذبية الأرض لجسم ما أو مادة وتكون كمية متغيرة في معظم الحالات حيث أنها تكون مختلفة عند خطوط العرض المختلفة فوق مستوى البحر كما أنها تعتمد على وزن الجسم ولكي يكون هناك تعريف أساسي لقوة الجاذبية فهي تعرف بأنها القوة التي تعطي لباوند من المادة تسارع قدرة ٣٢,١٧٤ قدم/ثانية تقريبًا (١٠متر/ثانية) عند زاوية ٤٥° لخط العرض عند مستوى البحر.

س٢٣: عرف مركز الثقل Center of Gravity؟

ج: مركز الثقل هو مركز مقدار الكتلة مع كثافة منتظمة. ومع جميع الأجسام تكون تلك النقطة (مركز الثقل) والتي إذا كان الجسم معلقًا فإن جميع أجزاؤه ستكون في حالة توازن أو موازنة بحيث أنه سوف لا يكون هناك ميل للدوران.

س٢٤: ما هي الحركة Motion؟

ج: تعرف الحركة بأنها هي التغير في الوضع لجسم. ومعدل الحركة يسمى السرعة. وعندما تكون السرعة أو معدل سرعة الحركة لجسم تكون هي نفسها عند كل حالة التي تحدث فيها الحركة وتسمى بعد ذلك بالحركة المنتظمة.

س٢٥: ما الاسم الذي يطلق على الحركة عندما تكون الحركة لجسم متغيرة؟

ج: عندما تكون الحركة لجسم ما متغيرة وزيادتها منتظمة فهذا يسمى بالتسارع. وتلك التسارع هو معدل السرعة عندما تتزايد سرعة الجسم.

وإذا كانت حركة الجسم تقل بدلاً من أن تزيد فتسمى حركة متأخرة أو التقاصر.

س٢٦: عرف كمية التحرك Momentum

ج: كمية التحرك هي ناتج كتلة الجسم في زمن تسارعه، والكتلة ليست وزن فقط ولكنها وزن مقسومًا على تسارع الجاذبية (g) وهي تسارع جسم ساقط بواسطة التثاقل أو الجاذبية. وكما ذكر أعلاه في الحالات القياسية فإن (g) = ٣٢,٢ وهي القيمة التي تستخدم دائمًا في قياس الكتلة.

وكمية التحرك تعتبر أيضًا هي المعادل لباوندات القوة التي ستوقف الحركة للجسم المتحرك في ثانية واحدة. كما أن كمية الحركة يجب ألا تختلط مع مصطلحات عزم القوة أو كمية الحركة حيث أنها لا تشتمل على عامل الزمن مثل ما يتم في كمية الحركة.

س٢٧: ما هي قوانين نيوتن Newton`slaws الأساسية الثلاثة؟

ج: هناك ثلاثة قوانين أساسية للحركة تنسب إلى عالم اسمه نيوتن Newton. ومن تلك القوانين التي أستنتجت من نتائج تجارب عديدة تم التعريف عنها بالمعادلات الرياضية التي تستخدم في كل أوجه الحركة.

س٢٨: أذكر القانون الأول لنيوتن

ج: القانون الأول لنيوتن Newton:

كل جسم يبقى على حالته من حيث السكون أو الحركة المنتظمة في خط ستقيم إلا إذا أثرت عليه قوة تغير من حالته من السكون أو الحركة.

س٢٩: أذكر القانون الثاني لنيوتن

ج: القانون الثاني لنيوتن Newton:

إذا كان جسم متأثرًا بقوى عديدة فإنه يتأثر بكل واحدة منها وكأن القوى الأخرى غير موجودة. وهذا حقيقي سواء كان الجسم في حالة سكون أو حركة. وبعبارات أخرى إذا كانت هناك قوتان أو أكثر تؤثر في جسم في وقت واحد فإن كل قوة منهم تحدث نفس التأثير كما لو كانت تؤثر بمفردها والتأثير الكلي أو الحركة الناتجة لكل القوى يمكن إيجادها بواسطة رسم بياني بنفس طريقة تحديد ناتج القوى.

س٣٠: أذكر القانون الثالث لنيوتن.

ج: القانون الثالث لنيوتن Newton: لكل فعل يكون هناك دائمًا رد فعل مساوي له في المقدار ومضاد له في الإتجاه. وبعبارة أخرى إذا كانت القوة تعمل على تغيير حالة السكون أو الحركة لجسم فإن الجسم يعطي مقاومة مساوية ومضادة للقوة.

ومعادلة الحركة كالآتي:

١- F = P ÷ V = K ÷ S = K ÷ VT
٢- S = V × T = PT ÷ F = K ÷ F
٣- T = S ÷ V = FS ÷ P = K ÷ FV
٤- V = S ÷ T = P ÷ F = K ÷ FT
٥- P = FV = FS ÷ T = K ÷ T
٦- K = FS = PT = FVT

أي أن:

القوة (F) = القدرة ÷ السرعة = الشغل ÷ المسافة = الشغل ÷ (الزمن × السرعة)

المسافة (S) = السرعة × الزمن = (الزمن × القدرة) ÷ القوة = الشغل ÷ القوة

الزمن (T) = المسافة ÷ السرعة = (المسافة × القوة) ÷ القوة
= الشغل ÷ (السرعة × القوة)

السرعة (V) = المسافة ÷ الزمن = القدرة ÷ القوة = الشغل ÷ (الزمن × القوة)

القدرة (P) = القوة × السرعة = (المسافة × القوة) ÷ الزمن = الشغل ÷ الزمن

الشغل (K) = القوة × المسافة = القدرة × الزمن = القوة × السرعة × الزمن

القدرة الحصانية (HP.) = القدرة ÷ ٥٥٠ = (القوة × السرعة) ÷ ٥٥٠
= (القوة × المسافة) ÷ (٥٥٠ × الزمن) = الشغل ÷ (٥٥٠ × الزمن)

الآلات البسيطة

The Simple machines

س٣١: ما هي الإستاتيكيا؟

ج: الإستاتيكيا هي التعامل مع الأجسام التي في حالة سكون نتيجة للقوى المؤثرة عليها التي تكون في حالة توازن.

س٣٢: ما هي الأساسيات التي تؤخذ في الإعتبار بالنسبة للقوى عند السكون؟

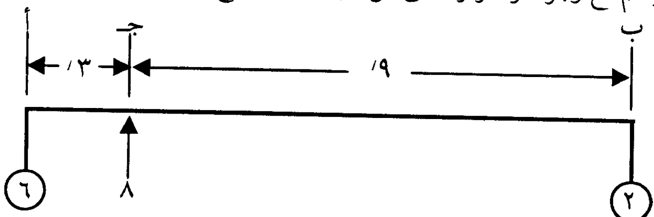
ج: الأساسيات التي تؤخذ في الإعتبار هي كالآتي:

١- الكمية الجبرية للقوى الرأسية تكون صفر.
٢- الكمية الجبرية (أو المجموع الجبري) للقوى الأفقية يكون صفر.

٣- الكمية الجبرية (أو المجموع الجبري) للعزوم لجميع القوى حول أي نقطة في الدائرة يكون صفر.

س٣٣: كيف يمكن تفسير ما سبق؟

ج: يمكن تفسير ما سبق مثل الحالة التي يكون فيها ذراع أو رافعة بسيطة كما هو مبين بالرسم مع وجود قوة مؤثرة على كل طرف من الذراع ومتوازنه عند نقطة إرتكازها.



س٣٤: ما هي الكمية الجبرية بالنسبة للأساس (١)؟

ج: مجموع القوى الكلية المؤثرة رأسيًا إلى أسفل يجب أن تساوى القوى الكلية المؤثرة رأسيًا أعلى.

القوة المتجهة إلى أعلى عند نقطة الإرتكاز يجب أن تكون: ٦ + ٢ = ٨

س٣٥: ما هي الكمية الجبرية بالنسبة للأساس (٢)؟

ج: القوى المؤثرة على الشمال تساوي القوى الكلية المؤثرة على اليمين وفي هذه الحالة لا يكون هناك قوى أفقية.

س٣٦ ما هي الكمية الجبرية بالنسبة للأساس (٣)؟

ج: إذا أخذنا العزوم حول إما (أ) أو (جـ) أو (ب) فإن كمية العزوم تميل للدوران إلى الشمال (عكس إتجاه عقارب الساعة).

س٣٧: ما معنى عزم القوة؟

ج: عزم القوة هو القوة × المسافة المتعامدة مع خط فعل القوة.

ويلاحظ أنه عندما تؤخذ العزوم حول أي نقطة فإن كل القوى المؤثرة خلال هذه النقطة ليس لها عزم أي لا يكون هناك ميل للدوران حول النقطة.

س٣٨: ما قيمة العزوم بأخذ العزوم حول (أ)؟

ج: في حالة أخذ العزوم حول (جـ)

العزوم اليمنى = العزوم اليسرى

٣ × ٨ = ١٢ × ٢

٢٤ = ٢٤

س٣٩: ما قيمة العزوم بأخذ العزوم حول (جـ)؟

ج: العزوم اليمنى = العزوم اليسرى

٣ × ٦ = ٩ × ٢

١٨ = ١٨

س٤٠ : ما قيمة العزوم بأخذ العزوم حول (ب)؟

ج: في حالة أخذ العزوم حول (ب)

العزوم اليمنى = العزوم اليسرى

١٢ × ٦ = ٩ × ٨

٧٢ = ٧٢

س٤١ :من خلال أي وضع يمكن أن يؤثر الوزن الكلي لذراع منتظم؟

ج: كما أن الوزن الكلي لذراع منتظم أو لحمل موزع بإنتظام على عتب يجب أن يؤثر من خلال مركز الثقل.

س٤٢ : اشرح مع الرسم التخطيطي معادلة صمام أمان ذو رافعة.

ج: كل الصعوبات التي يمكن أن تتواجد في الإمتحان يمكن حلها من هذا الرسم التخطيطي.

L

$\frac{L}{2}$

W١

d

W٢

A

P

W

حيث أن:

A = مساحة الصمام بالبوصة المربعة

W١ = وزن الصمام والعامود

W٢ = وزن الرافعة المؤثرة عند $\frac{L}{2}$ من الإرتكاز

L = طول الرافعة

W = الوزن عند الطرف

P = الضغط على الصمام بالبوصة المربعة

d = المسافة من الصمام إلى نقطة الإرتكاز

وبأخذ العزوم حول المرتكز:

العزوم اليمنى = العزوم اليسرى

$$(W_1 \times d) + (W_2 \times \frac{L}{2}) + (W \times L) = (A \times P) \times d$$

وهي المعادلة العامة لصمام أمان ذو رافعة.

والقوة التي في الإتجاه إلى أعلى عند الإرتكاز تميل إلى قص البنز في نهاية الشوكة.

س٤٣: كيف يمكن إيجاد القوة التي في الاتجاه إلى الأعلى؟

ج: بأخذ العزوم حول عامود الصمام:

العزوم اليمنى = العزوم اليسرى

$W_2 (- d) + W(L - d) =$ Force (القوة) $\times d$

س٤٤: ما هي العناصر الرئيسية التي لها علاقة بآلات الرفع؟

ج: هناك ثلاث عناصر هامة تتصل بآلات الرفع جميعها وهي:

١- النسبة السرعية. ٢- الفائدة الميكانيكية. ٣- الكفاءة.

س٤٥: ما هي السرعة النسبية؟

ج: هي سرعة الطرف المتحرك السريع للآلة بالنسبة لسرعة الطرف البطئ.

النسبة السرعية = سرعة قوة الرفع ÷ سرعة الوزن المرفوع

= المسافة المرتحلة بالقوة ÷ مسافة إرتفاع الوزن.

والنسبة السرعية تسمى أحيانا بالقدرة الذراعية النظرية.

س٤٦: ما هي الفائدة الميكانيكية؟

ج: الفائدة الميكانيكية = الوزن المرفوع ÷ القوة الحقيقية المستخدمة.

ويكون من الواضح أن الفائدة الميكانيكية هي القدرة الذراعية الحقيقية للآلة.

س٤٧: أذكر ما هي معادلة الكفاءة؟

ج: الكفاءة = الشغل الخارج ÷ الشغل الداخل = (الوزن × ١) ÷ (القوة × النسبة السرعية) أو = الفائدة الميكانيكية ÷ النسبة السرعية.

س٤٨: ما هي معادلة الشغل نظريًا؟

ج: نظريًا (مع الإحتفاظ بالطاقة) يكون الشغل الخارج مساويًا للشغل الداخل وبالرغم أن هذا يكون متوافقًا في كل آله فيجب أن يكون هناك بعض الإحتكاك وتكون المعادلة كالآتي:

الشغل الداخل = الشغل الخارج + الشغل المفقود في الإحتكاك.

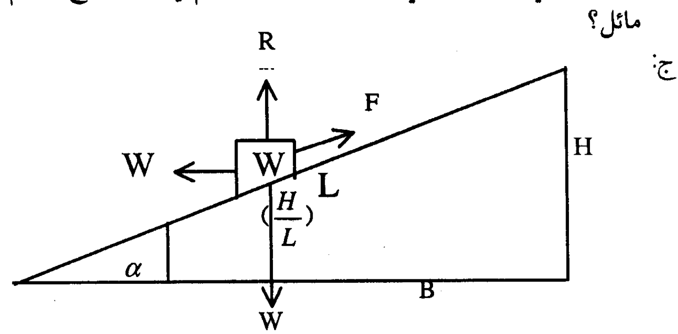
والـشغل المفقـود في الإحـتكاك يتشتت في الحرارة عند المعدل المعتاد للتبادل ٧٧٨ قدم رطل = ١ وحدة حرارية بريطانية .B.T.U).

وفي أي آلة رفع يكون لدينا العلاقة الآتية بين العناصر السابقة وهي:

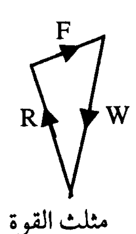
القوة × النسبة السرعية × الكفاءة = الوزن المرفوع.

س٤٩: مـا هـي العلاقـة التـي تربط القوة بكتلة الجسم في حالة وضع الجسم على مستوى مائل؟

ج:



رسم تخطيطي لوصف العلاقة بين الكتلة والقوة والمستوى المائل



مثلث القوة

إذا وضـع جـسم (W) علـى مـستوى مائل مع إفتراض عدم وجود إحْتكاك وبعد ذلك يتحرك الجسم إلى أسفل المستوى نتيجة للجاذبية أو التثاقل.

والقـوة (F) تـسبب حـركة تعـتمد علـى درجـة المـيل للمستوى بالنسبة للوضع الأفقي.

$$F = W \sin \alpha = \left(\frac{H}{L}\right) W$$

حيث أن:

F = القوة

W = كتلة الجسم

Sin α = جيب الزاوية α

H = ضلع مثلث القوة

L = ضلع مثلث القوة

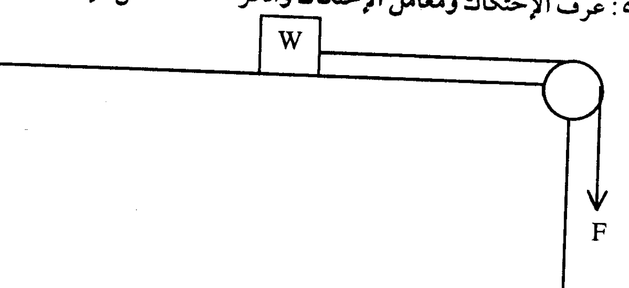
كما أن الوزن الحقيقي (R) الموجود على المستوى ويكون أيضًا متناسبًا مع درجة الميل ويكون مساويًا للآتي:

$$R = W \cos \alpha \text{ or } \left(\frac{H}{L}\right) W$$

حيث أن R = القوة الحقيقية & W = كتلة الجسم & Cos α = جتا α.

س٥٠: عرف الإحتكاك ومعامل الإحتكاك وأذكر معادلة معامل الإحتكاك.

ج:



إذا كانت هناك كتلة (W) مثبته مع خيط حول البكرة اللا إحتكاكية، والقوة (F) التي تستخدم بدرجة تكفي فقط لتحافظ على تحريك الكتلة (بدون تسارع) وبعد ذلك سنجد أنه بالنسبة للأوزان المختلفة أن (F) تتناسب مع (W).

وهذا يكون حقيقيًا فقط إذا ظلت حالات الإحتكاك (الأسطح والتزييت إلى آخره) ثابتة.

وإذا كانت (F) تتناسب مع الكتلة (W): $F \alpha W$

$\therefore \frac{F}{W}$ = ثابت. وهذا للثابت يسمى معامل الإحتكاك وعادة يرمز له μ أي

$\mu = \frac{F}{W}$ أو $F = \mu W$

حيث أن F والقوة & W = كتلة الجسم & μ = معامل الإحتكاك.

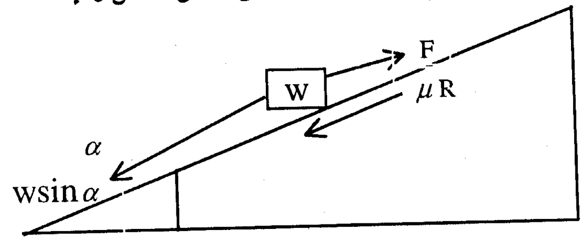
س٥١: أوصف الحالة التي يمكن إستنتاجها من تواجد مستوى مائل مع الإحتكاك.

ج: الإحتكاك على مستوى مائل هو معامل إحتكاك للقوة الحقيقية (μ R) التي تؤثر بالتوازي على المستوى وتكون دائمًا عكس الحركة وهناك أربع حالات. كما يجب أن ترسم لها رسوم تخطيطية منفصلة لكل حالة مع إتجاة جميع القوى المؤثرة بالتوازي للمستوى المبين بالتفصيل.

والقوى التي تؤثر إلى أعلى سوف تكون دائمًا مساوية للقوى التي تؤثر إلى أسفل.

س٥٢: ما هي معادلة القوة في حالة الجذب إلى أعلى عكس التثاقل والإحتكاك؟

ج:



$$F = \mu R + W \sin\alpha$$
$$= \mu W \cos\alpha + W \sin\alpha$$

حيث أن:

F = القوة

μ = معامل الإحتكاك

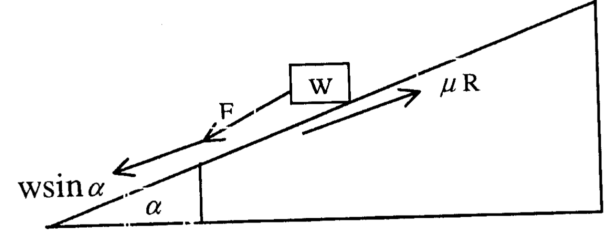
R = القوة الحقيقية

W = كتلة الجسم

Sin α = جيب (جا) الزاوية α

س٥٣: ما هي معادلة القوة في حالة الجذب إلى أسفل؟

ج: عند الجذب إلى أسفل عندما يكون الإحتكاك أكبر من قوة التثاقل:

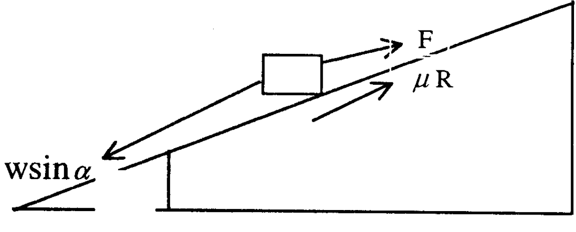


$$F = \mu R - W \sin \alpha$$
$$= \mu W \cos \alpha - W \sin \alpha$$

حيث أن: $\cos \alpha$ = جيب تمام (جتا) الزاوية α

س٥٤: ما هي معادلة القوة في حالة منع الحركة إلى أسفل؟

ج: عند منع الحركة إلى أسفل وعندما تكون قوة التثاقل أكبر من الإحتكاك.



$$F = W \sin \alpha - \mu R$$

حيث أن:

F = القوة

W = كتلة الجسم

$\sin \alpha$ = جيب (جا) الزاوية α

س٥٥: ما هي معادلة معامل الإحتكاك عندما يكون تقريبًا الإحتكاك مساوي للتثاقل؟

ج: عندما يكون تقريبًا الإحتكاك مساوي لقوة التثاقل فيكون الآتي:

F = صفر وكذلك عندما تكون الكميات الآتية متساوية

$\mu R = W \sin \alpha$ (أي معامل إحتكاك القوة الحقيقية = الكتلة × جا α)

$\mu W \cos \alpha = W \sin \alpha$ (معامل إحتكاك الكتلة جتا

α = الكتلة × جا α)

$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \mu$ (معامل إحتكاك = $\frac{\text{جا}\alpha}{\text{جتا}\alpha}$ = ظا α)

س٥٦: أذكر ما تعرفه عن المستوى المائل اللولبي وإستنتاج معادلاته.

ج: الملولب هو ببساطة مستوى مائل ملتف حول إسطوانة. والنسبة السرعية للجزء الذي به خطوات يكون أيضًا. $\frac{L}{H}$ ولكن القوة تؤثر عند طرف ذراع القدرة وليس عند نصف قطرية الإسطوانة. وعند لفة واحدة يكون الطول اللولبي كبير بالنسبة للخطوة ويمكن إستنتاج المعادلة الآتية:

النسبة السرعية= (الطول اللولبي ÷ الخطوة) × (طول ذراع القدرة إلى مركز الإسطوانة ÷ نصف قطر الإسطوانة).

أي $VR = \frac{2\pi L}{P} = \frac{L}{R} \times \frac{2\pi R}{P}$

حيث أن:

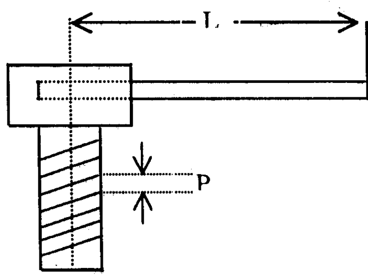
π = النسبة التقريبية ط

R = نصف القطر

P = خطوة السن اللولبي

L = طول ذراع القدرة

VR = النسبة السرعية



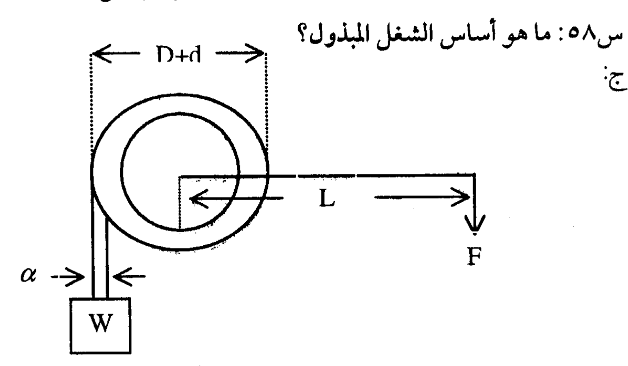
& النسبة السرعية = المسافة المرتحلة بواسطة القوة ÷ مسافة الوزن المرفوع = محيط دائرة القوة ÷ خطوة سن اللولب

س٥٧: ما هي معادلة النسبة السرعية VR في حالة العجلة البسيطة والمحور؟

ج: النسبة السرعية VR = مسافة القوة ÷ مسافة الوزن المرفوع = طول اليد ÷ (نصف قطر البرميل + نصف قطر الحبل)

س٥٨: ما هو أساس الشغل المبذول؟

ج:



أساس الشغل يعني أن الشغل المبذول عند الطرف السريع التحرك للآلة يساوى أو يعادل الشغل المبذول عند الطرف البطوء الحركة.

وندير العجلة والمحور المبين أعلاه لفة واحدة فيتضح الآتي:

(F) القوة × المسافة المرتحلة = الكتلة (W) × مسافة الرفع

القوة × طول الذراع (L) ٢ ط = الكتلة × ٢ ط $(\frac{D+d}{2})$

س٥٩: أذكر العوامل التي ترتبط بكفاءة الآلة (آلة الرفع).

ج: الفائدة الميكانيكية والكفاءة لآلة لايكونا ثوابت عند كل الأحمال. وحينما تكون آلة الرفع غير محملة فإنها تحتاج مجهود حقيقي لتحريكها عكس إحتكاكها. وعندما يتم رفع حمل خفيف فإن الإحتكاك يمتص الجزء الأكبر من المجهود كما أن كفاءة الآلة تكون بالضرورة منخفضة. وعندما يزيد الحمل فإن الإحتكاك يمتص الجزء المنخفض من نسبة المجهود المستخدم مع الزيادة التي تترتب على ذلك في الكفاءة.

س٦٠: ما هو القانون الذي له علاقة بقوة الرفع والوزن المرفوع لآلات الرفع؟

ج: قوة الرفع والوزن المرفوع يتبعوا القانون الآتي:

قوة الرفع (F) = الوزن المرفوع & (a) & (b) ثوابت $F = a + bW$

حيث أن F = قوة الرفع

& W = الوزن المرفوع & (a) & (b) ثوابت

قوة أو متانة المواد

س٦١: ما هو الإجهاد؟ وما أنواع الأجهاد المختلفة؟

ج: الإجُهاد هو المقاومة المهيأة في المادة لمقاومة التدهور والأنهيار عندما يستخدم حمل عليها.

س٦٢: ما هي أنواع الإجهاد؟

ج: أنواع الإجهاد هي:

١- إجهاد الشد وسببه الجذب المباشر.

٢- إجهاد الإنضغاط وسببه الدفع المباشر.

٣- إجهاد القص وسببه هو الميل لإنزلاق جزء واحد من المادة حول جزء مجاور.

٤- إجهاد الإنحناء وهو مركب من الشد والإنضغاط عند الجوانب المضادة للمحور الطبيعي في العتب.

٥- اللى وهو إجهاد قص حول محور العامود.

س٦٣: كيف تستنتج معادلات الإجهاد والإنفعال ومعامل المرونة؟

ج: مقدار الإجهاد الذي عادة يختصر إلى كلمة إجهاد هو الحمل لكل وحدة مساحة من المقطع فإذا كان جذب حمل (W) من الباوندات أو الكيلوجرامات يستخدم لقضيب (L) طوله بالبوصات ومساحة مقطع (a) بالبوصات المربعة فتكون المعادلة كالآتي:

$$P = \frac{w}{a} :$$

أي: الإجهاد (Stress) = الحمل (load) ÷ مساحة المقطع

ولذلك يقاس الإجهاد بالرطل/البوصة المربعة أو بالطن لكل بوصة مربعة والتحميل قد يسبب إستطالة للقضيب وهذه الإستطالة تقسم على الطول الذي يعرف بالإنفعال أو إنفعال الشد ويمكن تعريفه بأنه الزيادة في الطول لكل وحدة من الطول الأصلي.

أي أن الإنفعال = الإستطالة ÷ الطول الأصلي

س٦٤: عرف قانون هوك وأذكر معادلة معامل المرونة؟

ج: عند اقل من الحد الفعلي للإجهاد وجد أن الإجهاد يتناسب مع الإنفعال المناظر ويعرف هذا بقانون هوك (Hooke`s law) والقيمة الحدية للإجهاد هي حد التناسبية.

وعندما يكون الإجهاد والإنفعال متناسبان فإن النسبة ستكون ثابتة وهذا الثابت يعرف بمعامل المرونة أو معامل يونج (Young`s Modulus).

أي معامل المرونة = الإجهاد ÷ الإنفعال

س٦٥: للمعادن الآتية ما هي القيم المعتمدة عادة لمعامل المرونة (E)؟

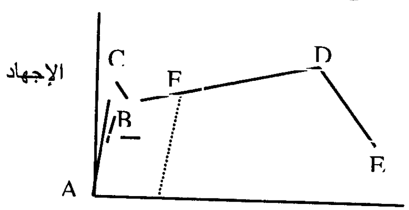
ج:

الصلب الطري (E)	= ٣٠٠٠٠٠٠٠ رطل/بوصة مربعة
	أو ١٣٤٠٠ طن/بوصة مربعة
الحديد المطاوع (E)	= ٢٨٠٠٠٠٠٠ رطل/بوصة مربعة
	أو ١٢٥٠٠ طن/بوصة مربعة
الحديد الزهر (E)	= ١٨٠٠٠٠٠٠ رطل/بوصة مربعة
	أو ٨٠٠٠ طن/بوصة مربعة
النحاس الأحمر (E)	= ١٥٠٠٠٠٠٠ رطل/بوصة مربعة
	أو ٦٧٠٠ طن/بوصة مربعة

س٦٦: إشرح مع الرسم البياني لمنحني الإجهاد والإنفعال.

ج: السلوك الذي يظهر لنا عندما تكون قطعة تحت الإختبار يكون واضح بطريقة جيدة عن طريق إنحراف الحمل أو الرسم البياني للإجهاد ذو الإنفعال.

والرسم البياني الموضح هو منحني بياني لإجهاد وإنفعال قطعة من الصلب الطري.



النقطة (B) هي حد التناسبية والخط البياني من A إلى B يجب أن يكون خط مستقيم. والخط من B إلى C يجب أن يزيد الإنفعال بسرعة أكثر بكثير وتجعل الخط ينحني في الإتجاه إلى الأمام ببطئ وعند النقطة C والتي تكون نقطة الخضوع نجد أن المادة تظهر إرتخاء مجهودها للمقاومة وينتج عن ذلك زيادة كبيرة في الإنفعال بدون أي زيادة مناظرة في الإجهاد وعند الحد الأقصى للإجهاد الأقل من حد التناسبية نجد أن المادة سوف تعود إلى طولها الأصلي إذا كان قد أزيل كل الإجهاد. ولكن إذا زاد حد التناسبية فرضًا عند النقطة F فستكون قطعة الإختبار في إستطالة دائمة وإذا تم إزالة الإجهاد فإن الطول الإضافي يسمى الأثر الدائم.

س٦٧: أذكر ما الذي يحدث لإجهاد بعض المعادن الأخرى؟

ج: وبعض المعادن يمكن إجهادها إلى نقطة بين B وC قبل حدوث الأثر الدائم. وهذه النقطة هي الحد المرن ولكن في الحديد المطاوع والصلب الطري يمكن إعتبارها متطابقة مع حد التناسبية. وبعد الإرتخاء المؤقت للمجهود عند نقطة الخضوع نجد أن المادة تسترد مرحليًا قدرتها للمقاومة والإجهاد والإنفعال يكونا في تزايد بدون قاعدة محددة حتى يتم الوصول إلى الإجهاد الأقصى عند النقطة D حيث إنه إذا كان الحمل ملازم فإن المادة يمكن أن تستطيل حتى تتصدع وحقيقة نجد أنه مع المادة المسحوبة مثل الصلب الطري الذي يتطلب إستطالة كبيرة لكي يحدث لها كسر فمن الممكن أن تقلل الإجهاد خلال هذا الجزء وبعد ذلك فإن التصدع سوف يحدث عند حزء من النقطة E وإجهاد الكسر يكون من ٣ إلى ٤ طن لكل بوصة مربعة أقل من إجهاد الحد الأقصى.

س٦٨: أذكر معادلة النسبة المئوية للإستطالة وما هو الجزء الذي يحدث عادة عند التصدع؟

ج: النسبة المئوية للإستطالة = الطول بعد التصدع – الطول الأصلي ÷ الطول الأصلي ×١٠٠.

معظم الإستطالة تحدث بالقرب من التصدع ولذلك أنه بتجربة قصيرة للطول سوف تعطي متوسط أعلى للإمتداد لكل بوصة من الطول عن تجربة طويلة لقطعة من نفس المادة. ولذلك من المهم أنه عند ذكر النسبة المئوية للإستطالة هو إعطاء طول قطعة الإختبار.

س٦٩: أذكر معادلة التقلص في المساحة وما علاقة التقلص بالتصدع والكسر؟

ج: التقلص في المساحة = (المساحة الأصلية – المساحة بعد التصدع) ÷ (المساحة الأصلية × ١٠٠).

والمواد المطولية يحدث لها وسْط قبل الكسر كما أن المساحة عند التصدع يمكن أن تكون ٧٠ أقل من ٥٠٪ من المساحة الأصلية.

س٧٠: ما هو الإجهاد الوهمي والإجهاد الحقيقي؟

ج: حمل الكسر المقسوم على المساحة الأصلية للمقطع يكون هو الإجهاد الوهمي بينما نفس الحمل المقسوم على المساحة عند التصدع يعطي إجهاد حقيقي. كما يجب دائمًا إستخدام الإجهاد الوهمي لأن التصميم يجب أن يكون مصمما على الحالات الأصلية وإذا كان ٣٠ طن يمكنها كسر قضيب له مساحة أصلية واحد بوصة مربعة.

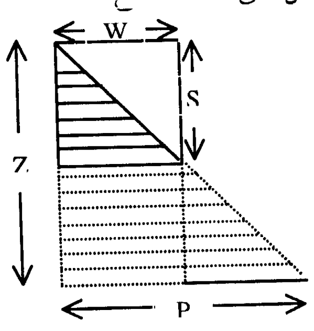
س٧١: ما هي العلاقة بين إجهاد التشغيل الآمن وإجهاد الحد الأقصى ومعامل السلامة (أو معامل الأمان)؟

ج: يمكن تحديد إجهاد تشغيل آمن بأن يتم قسمة إجهاد الحد الأقصى على معامل الأمان الذي يجب أن يكون دائمًا عالي بما فيه الكفاية لتأكيد أن إجهاد التشغيل متوافق مع حد التناسبية للمادة.

إجهاد التشغيل الأمان = إجهاد الحد الأقصى ÷ معامل الأمان

س٧٢: ما الذي يحدث عندما يقع الحمل بطريقة فجائية وما الفرق بين جدوث الحمل الفجائي والحمل التدريجي؟

ج: حينما يقع الحمل التدريجي فرضًا على قضيب من الصلب فإن إجهاد الحد الأقصى يكون مساوي لقسمة الحمل على مساحة المقطع.



إذا كان (W) هو الحمل التدريجي المستخدم & (S) هو إمتداد الحد الأقصى فيكون الشغل المبذول ممثلاً في المستطيل ذات التخطيط الكامل. والجذب في الذراع يتناسب مع الإمتداد والشغل المبذول على الذراع يكون ممثلاً في المثلث الصغير المظلل والمثلث الغير مظلل يمثل الشغل المبذول على الوسائل الإبتدائية لتدعيم الوزن أو الحمل.

أما إذا إستخدم الحمل بطريقة فجائية فإن كل الشغل المبذول من الوزن الساقط يجب أن يؤخذ بواسطة الذراع ويكون (Z) هو إمتداد الحد الأقصى والجذب الأقصى في الذراع يكون (P).

ويلاحظ من الرسم التخطيطي أن مساحة المثلث سوف تكون مساوية لمساحة المستطيل عندما تكون (Z) تساوى ٢S & (P) تساوي ٢W.

س٧٣: ما هي الطريقة الحسابية لمعرفة مساحة المثلث من الرسم البياني؟

ج:
مساحة المثلث = مساحة المستطيل

$\frac{1}{2}$ القاعدة × الإرتفاع = العرض × الطول

$$W \times Z = \frac{P}{2} \times Z$$

س٧٤: ما الذي يحدث في حالة إذا كان الحمل فجائيًا؟

ج: نجد أن إجهاد الحد الأقصى في الذراع عندما يكون الحمل فجائيًا فسوف يكون ضعف إجهاد الحد الأقصى الذي ينتج عندما يستخدم نفس الحمل بطريقة تدريجية.

س٧٥: أين يحدث إجهاد القص؟

ج: أبسط أشكال القص تحدث في الوصلات والبنز ووصلات الخابور ولكن هناك أيضًا إجهاد قص في العتب والأعمدة.

وفي وصلة البنز المكونة من ذراعين بفتحات فردية نجد أن البنز يكون في قص فردي وقوة القص في البنز تكون مساوية للجذب أو الدفع في واحد من الأذرع.

س٧٦: ما هي معادلة قوة الإجهاد؟

ج:

$$\frac{\pi}{4} \times d^2 \times q = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times P$$

حيث أن:

π = النسبة التقريبية ط $\frac{22}{7}$ (٣,١٤)

d = قطر البنز

D = قطر الذراع

Q إجهاد القص في البنز

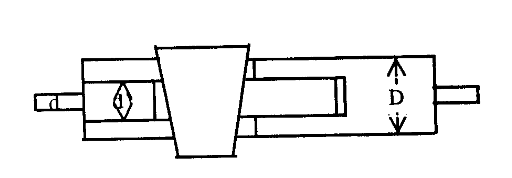
P - الشد أو الإجهاد الإنضغاطي في الذراع

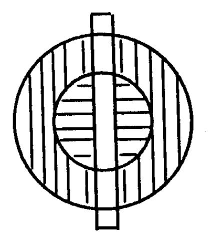
س٧٧: كيف تكون قوة أو متانة البنز في حالة القص المزدوج؟

ج: قوة أو متانة البنز أو الخابور في حالة القص المزدوج تكون ضعف متانته في حالة القص الفردي.

س٧٨: ما هي المعادلات المستنتجة لقوة أو متانة الخابور ووصلاته؟

ج: في حالة وصلة الخابور المصممة بطريقة صحيحة يجب أن تكون القوة أو المتانة متساوية في جميع الأجزاء.





إذا كانت t & b هما عرض وسمك الخابور والأبعاد الأخرى كما هو موضح بالشكل ويؤخذ أيضًا الجذب في الذراع على أنه W بالأرطال فيستنتد الآتي:

١- قوة أو متانة الذراع:

$$\frac{\pi}{4} \times d^2 \times P = W$$

أي أن الجذب في الذراع (W) = $\frac{ط}{4}$ × نق٢ للعامود × قوة الشد للخابور

٢- قوة أو متانة الطرف المنتفخ الصلب للذراع:

$$[\frac{\pi}{4} \times d_1^2 - d_1 \times t] P = W$$

أي أن الجذب في الذراع (W)= ($\frac{ط}{4}$ × ق٢ للخابور - ق للخابور × سمك الخابور) × قو الشد للخابور.

٣- قوة أو متانة الطرف الأجوف المنتفخ:

$$[\frac{\pi}{4} (D^2 - d_1^2) - (D - d_1)t] P = W$$

أي (W) الجذب في الذراع = [$\frac{ط}{4}$(ق^{٢} للوصلة – ق^{٢} للخابور) – (ق الوصلة – ق خابور) × سمك الخابور] × قو شد الخابور.

∴ قوة أو متانة الخابور :

$$٢ \times b \times t \times q = W$$

أي أن الجذب في الذراع (W) = ٢ × عرض الخابور × سمك الخابور × إجهاد قص البنز.

س٧٩: ما هي العلاقة بين إجهاد القص والإنفعال؟ وكيف تستنتج معادلة إجهاد القص ومعامل الصلابة أو الشدة؟

ج: نفترض أن هناك جسم من المطاط مثبت على تزجة ثم تم تثبيت قطعة من الخشب أعلى الجسم المطاط والتثبيت في الحالتين بالكلة أو مادة لاصقة فتجد أن القوة المستخدمة للخشب ستكون مهيأة لقوة قص في كل طبقة من طبقات الصمغ وفي كل جزء أفقي للجسم المطاط.

وإذا كانت مساحة الجزء الأفقي من المطاط بالبوصات المربعة وأن القوة المستخدمة هي (w) رطل فنجد أن إجهاد القص يساوي الحمل مقسومًا على المساحة.

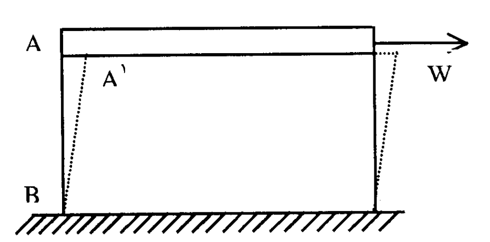
$$q = \frac{W}{a}$$

حيث أن:

q = إجهاد القص

W = الحمل

a = المساحة



وسوف يحدث إعوجاج للجسم المطاط وهذا الإعوجاج يمثله AA' ويتناسب مع الطول AB.

ويمكن لقطعة من الصلب أن يحدث لها إعوجاج بنفس الطريقة ولكن بكمية أصغر بكثير وعند حد معين سيتلاشى هذا الإعوجاج بالتخلص من الحمل.

ومن خلال هذا الحد يكون إجهاد القص متناسبًا مع إنفعال القص وهذه النسبة تعرف بمعامل الصلابة أو معامل القص:

ومعامل الصلابة = إجهاد القص ÷ إنفعال القص

$$C = \frac{q}{l}$$

حيث أن:

C = معامل الصلابة

q = إجهاد القص

l = إنفعال القص

كما أن قيمة معامل الصلابة للمعادن يكون تقريبًا $\frac{2}{5}$ معامل المرونة.

وهذا المعامل بالنسبة للصلب الطري يكون تقريبًا ١٢٠٠٠٠٠٠ رطل/البوصة المربعة أو ٥٣٠٠ طن/بوصة المربعة.

س٨٠: ما هي قاعدة معامل التمدد؟

ج: يتمدد الجسم عندما تسلط عليه الحرارة وينقبض هذا الجسم عندما تستخرج منه هذه الحرارة. ومن الملاحظات الهامة لهذه القاعدة أن الماء الذي في درجة حرارة أقل من ٣٩° ف نجد أنه يتمدد ببطء بالتبريد ويتمدد بطريقة متطابقة عند التجمد وكذلك نجد أن الحديد الزهر يتمدد عندما يتصلب في القالب وينتج مصبوبات حادة.

ويجب أن يكون في التفاوت الهندسي ما يسمح لهذا التمدد والإنكماش أو في بعض الحالات يمكن أن يعود هذا على العمل بفائدة.

وهناك العديد من الحالات والتي يكون مهيأ لها بعض الوسائل للسماح بالتمدد والإنكماش بأن يحدث بحرية لتجنب الإجهادات الحرارية العالية ومثال ذلك التمدد الذي يحدث للوصلات أو تمدد المنحنيات التي تركب لمواسير البخار وجلب إسطوانة المحرك الديزل تكون حرة الحركة من عند طرف واحد ويتم تركيب التوربينات مع القواعد المنزلقة.

س٨١: ما هو التمدد المستقيم أو الخطي؟

ج: هو الزيادة في الطول لكل وحدة من الطول الأصلي لكل درجة واحدة ترتفعها درجة الحرارة.

س٨٢: ما هو معامل التمدد الحجمي؟

ج: هو الزيادة في الحجم لكل وحدة من الحجم الأصلي لكل درجة واحدة ترتفعها درجة الحرارة.

س٨٣: ما الذي يحدث للسائل عندما يكون له تمدد حجمي فقط؟

ج: السائل يمكن أن يكون له تمدد حجمي فقط وليس له أبعاد خطية ولكن من الضروري لعمل سماح للتمدد للجزء الصلب في بعد واحد فقط كما في حالة ماسورة البخار حيث أن الزيادة في القطر تكون لا مادية. وبرغم أن السائل يمكن أن يكون له تمدد حجمي فقط إلا أنه يجب أن يكون له وعاء وعندما يتم تسخينه نجد أن كل من السائل والوعاء يتمددان. وفي حالة الترمومتر الزئبقي نجد أن إرتفاع الزئبق يعتمد على التمدد النسبي للزئبق في الوعاء الزجاجي والحيز الذي يحتوي على الزئبق هو حيز ثلاثي الأبعاد في الوعاء الزجاجي ولذلك من الضروري معرفة معامل التمدد الحجمي للزجاج.

س٨٤: عرف بإختصار معنى إجهادات الحرارة.

ج: عندما يتم تسخين المعدن أو تبريده دون أن يكون هناك سماح للتمدد أو الإنكماش يكون الإجهاد المهيأ في هذه الحالة كبير كما أن تقييد التمدد أو الإنكماش سوف يظهر في صورة إنفعال في المعدن.

س٨٥: ما الذي يحدث إذا كان الضغط على الزيت في كرسي التحميل زائد أو مفرط؟

ج: إذا كان هذا الضغط (الضغط على الزيت في كرسي التحميل) زائدًا أو مفرطًا فسيكون هناك خطورة في الزيت المضغوط إلى الخارج وفي الجزء السفلي يجب ألا يزيد الضغط عن ٥٠٠رطل/بوصة مربعة ولكن يمكن السماح ١٠٠٠ رطل/بوصة المربعة أو أكثر على السبيكة العليا للبنز كما أنه يوجد هناك حركة تذبذبية فقط.

ويتم حساب هذا الضغط على المساحة الخاضعة له وليس حول نصف السبيكة وهكذا فإن:

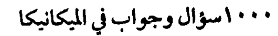
الضغط لكل بوصة مربعة = الحمل المؤثر على المكبس ÷ (قطر مسمار السبيكة العليا (D) × طول المسمار (L).

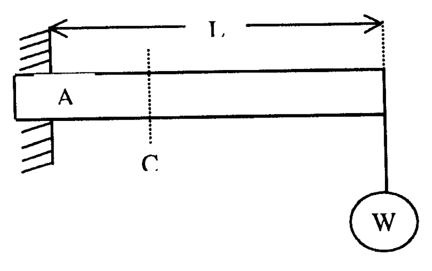
الإنحناء Bending

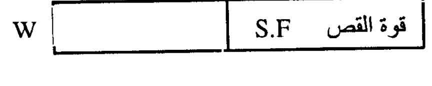
س٨٦: ما هي فكرة العتب البسيط وما هي قوة القص وعزم الإنحناء؟

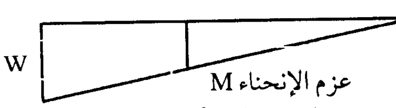
ج: العتب البسيط هي جزء أو قطعة من المادة معلق (عادة أفقيًا) ليتحمل الحمل العرضي. ونأخذ على سبيل المثال حالة الكابول المثبت من ناحية واحدة ومحمل من الطرف الخالي. وتأثيرات الحمل على مادة العتب تكون مهيأة للآتي:

أ) قوة قص رأسي. ب) عزم إنحناء.









وكـلا قـوة القـص وعزم الإنحناء يمكن أن تختلف في القيمة عند نقاط مختلفة على طول العتب.

وقوة القص عند أي جزء هي القيمة الجبرية لجميع القوى على الجانبين لهذا الجزء.

عزم الإنحناء في أي جزء هو القيمة الجبرية لعزوم القوى على جانبي هذا الجزء.

ويـستخدم مـصطلح القـيمة الجـبرية لأن القـوى يمكـن أن يكـون تأثيرهـا في الإتجاهات المضادة والقيمة الصافية تكون مطلوبة.

وفي حالـة المـثال الموضح بالرسم أعلاه نجد أنه عند جميع النقاط على طول العتب من الطرف الخالي B إلى الجدار عند A تميل القوة الرأسية إلى قص العتب وهي W.

وعـزم الإنحـناء (M) عند أي جزء هو الحمل W مضروبًا × المسافة من هذا الجزء إلى الحمل.

عزم الإنحناء (M) عند B = الحمل (W) × صفر = صفر

عزم الإنحناء (M) عند C = الحمل (W) × BC

عزم الإنحناء (M) عندالجدار = الحمل × L . والتي يتضح منها إنها قيمة الحد الأقصى

وقوة القص وعزم الإنحناء موضحان في الرسم البياني أعلاه.

س٨٧: عرف عزم المقاومة.

ج: عـزم الإنحناء الخارجي عند أي جزء في العتب يقابلة عزم داخلي مساوي للمقاومة عند تلك الجزء.

عزم الإنحناء = عزم المقاومة

س٨٨: أذكر معادلة العتب.

ج: العوامل المختلفة التي تؤثر على متانة وشدة العتب ترتبط ببعضها في المعادلة الآتية:

$$\frac{M}{I} = \frac{p}{y} = \frac{E}{R}$$

حيث أن:

M	= عزم الإنحناء (رطل بوصة)
I	= عزم القصور الذاتي للجزء
P	= الإجهاد لكل بوصة مربعة لمسافة من الآتي:
y	= المسافة بالبوصة من محور التعادل
E	= معامل المرونة
R	= نـصف قطـر الإنحـناء عـندما يكون العتب منحنيًا عند هذا الجزء

ومن المعادلة المذكورة أعلاه:

$$\frac{M}{I} = \frac{p}{y}$$

لذلك $M = \frac{I}{y} \times P$

وإذا كانـت y هـي المسافة للألواح الخارجية من محور التعادل فتكون P هي إجهاد الحد الأقصى ويكون:

عـــزم المقاومة $= P \times \frac{I}{y}$

والمعامل للجزء $= \frac{I}{y}$

الإلتواء (اللي)

س٨٩: إشرح معنى الإلتواء وكيفية استنتاج معادلته؟

ج: معادلة الإلتواء تتشابة في تكوينها مع معادلة العتب

$$\frac{T}{J} = \frac{q}{r} = C\,\frac{t}{L}$$

حيث أن:

T	= عزم الإلتواء (بوصة رطل)
J	= عزم القصور الذاتي في الإلتواء
q	= الإجهاد (بوصة مربعة)

r = نصف قطر العامود

C = معامل الصلابة (والقيمة تكون تقريبا $\frac{2}{5}$ معامل المرونة E)

ι = هي زاوية الإلتواء في أنصاف الأقطار على الطول L بالبوصات

وبأخذ أول كسرين في المعادلة السابقة:

$$\because \frac{T}{J} = \frac{q}{r} \qquad \therefore T = \frac{J}{r} \times q$$

وكتابة ما سبق بطريقة أكثر تمامًا مع أخذ عزم القصور الذاتي فإن:

$$J = \frac{\pi}{32} D^4$$

عزم الإلتواء = عزم المقاومة

= معامل الجزء × الإجهاد

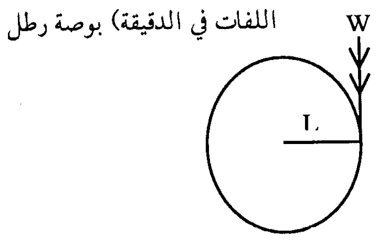
= عزم القصور الذاتي ÷ المسافة من المحور المتعادل × الإجهاد

س٩٠: ما هي العلاقة بين القدرة الحصانية والشغل المبذول وعزم الإلتواء؟

ج: القدرة الحصانية × ٣٣٠٠٠ = الشغل المبذول في الدقيقة

∴ الشغل المبذول لكل لفة = (القدرة الحصانية × ٣٣٠٠٠ ÷ عدد اللفات في الدقيقة) قدم رطل

= (القدرة الحصانية × ٣٣٠٠٠ × ١٢ ÷ عدد اللفات في الدقيقة) بوصة رطل



إذا كان الحمل W يعمل عند نهاية الكرنك لمسافة L بوصة طول

فإن عزم الإلتواء (T) = الحمل (W) × الطول (L) بوصة رطل

الشغل المبذول لكل لفة = الحمل (W) × ٢ط × الطول بوصة رطل

= ٢ط × عزم الإلتواء ($2\pi T$) بوصة رطل

∴ ٢ط × عزم الإلتواء ($2\pi T$) = القدرة الحصانية×٣٣٠٠٠×١٢÷عدد اللفات

∴ عزم الإلتواء (T) = القدرة الحصانية×٣٣٠٠٠×١٢÷٢ط×عدد اللفات

معادلة الغلاية

س٩١: ما هو التصدع الطولي في الغلاية وما هي معادلات التصدع الطولي والتصدع المحيطي؟

ج: التصد الطولي:

هي تساوي الضغط مضروبًا في المساحة الخاضعة له. وقوة الإنفجار هذه يتم مقاومتها بواسطة الإجهاد المهيأ في المادة على طول الجانبين. وحتى الوصول إلى عزم التصدع يجب أن تكون هاتين القوتين متساويتين وبذلك يمكن الحصول على المعادلة الآتية:

قوة الإنفجار = قوة المقاومة

الضغط × المساحة الخاضعة = الإجهاد × مقاومة المساحة

$$P \times (D \times L) = S \times (2TL)$$

حيث أن:

P = الضغط بالرطل/بوصة مربعة

D = القطر بالبوصة

L = طول الغلاية بالبوصات

S = الإجهاد لكل بوصة مربعة

T = سمك الجدار بالبوصات

وبإخراج (P) من المعادلة وحذف (L) فتكون:

$$P = \frac{S2T}{D} \ \& \ S = \frac{PD}{2T}$$

التصدع المحيطي:

في هذه الحالة التي نجد أن القوة الكلية المسببة للتصدع تكون هي الضغط مضروبًا في المساحة الطرفية كما أن مساحة المعدن التي تقاوم التصدع في هذا الإتجاه تكون هي المحيط مضروبًا في سمك الجدار والمعادلة في هذه الحالة تكون كالآتي:

قوة الإنفجار = قوة المقاومة

الضغط × المساحة الخاضعة = الإجهاد × المساحة المقاومة

$$P \times (D^2 \times \frac{11}{14}) = S \times (\frac{22}{7} D + T)$$

وبإخراج P مع الإختصار في المعادلة فنحصل على المعادلة الآتية:

$$P = \frac{S4T}{D} \ \& \ S = \frac{PD}{4T}$$

حيث أن:

P = الضغط بالرطل/بوصة مربعة
S = الإجهاد لكل بوصة مربعة
T = سمك الجدار بالبوصات
D = القطر بالبوصة

وبمقارنة هذه المعـادلات بالمعادلات التي تم الحصول عليها فيتضح أن الضغط (P) في الحالـة الثانـية ضعف اللني في الحالة الأولى أو الإجهاد (S) في الحالة الثانية نصف اللني في الحالة الأولى.

وهـذا يـدل علـى أن الإجهـاد المهـيأ في الجـزء المحيطـي هـو فقـط نصف الإجهاد الطولي.

س٩٢: ما هي القدرة الحصانية البيانية في المحركات البخارية؟

ج: القوة الكلية التي ستقود المكبس لآلة بخارية تتناسب مع طول المشوار.

والـشغل المـبذول لكـل مـشوار يمكـن إيجـاده عـن طريق حاصل ضرب الضغط المتوسط الفعال × مساحة المكبس × طول المشوار.

ومساحة المكبس بالبوصة المربعة وطول المشوار بالقدم. والضغط المتوسط الفعال هـو الفـرق المتوسـط في الـضغط بالأرطـال لكـل بوصـة مربعة على الجانبين الأثنين للمكـبس خـلال المـشوار أو أن الـضغط المتوسـط الفعال هو الضغط المتوسط على جانب البخار مطروحًا منه الضغط المتوسط على جانب العادم.

س٩٣: ما هي معادلة القدرة الحصانية البيانية (I.H.P)؟

ج: القـدرة الحـصانية البيانـية (I.H.P) = الحمـل الفعال على المكبس × طول المشوار × عدد المشاوير/دقيقة ÷ ٣٣٠٠٠

= (الـضغط المتوسـط الفعـال×المـساحة)×طـول المـشوار بالقـدم×عـدد المشاوير/الدقيقة÷٣٣٠٠٠

∴القدرة الحصانية البيانية (I.H.P) = $\frac{PALN}{33000}$

حيث أن:

P = الضغط المتوسط الفعال بالرطل/بوصة مربعة
L = طول المشوار بالقدم
N = عدد المشاوير في الدقيقة

وبملاحظة الخطوات في هذه المعادلة نجد أن:

$(P \times A)$ = الحمل على المكبس بالأرطال

(PAL) = الشغل المبذول لكل مشوار بالقدم رطل
PALN = الشغل المبذول في الدقيقة بالقدم/رطل
٣٣٠٠٠ feet/ib per minute = ١ horse power.

س٩٤: ما هي القدرة الحصانية الإسمية؟ وما هي كيفية حسابها؟

ج: القدرة الحصانية الإسمية لمحرك تجاري يمكن حسابها من المعادلة الآتية:

$$N.H.P. = \frac{(3H + D2\sqrt[3]{S})\sqrt[3]{P}}{700}$$

حيث أن:

H = سطح التسخين في الغلايات بالقدم المربع
D = قطر إسطوانة الضغط المنخفض بالبوصة
S = طول المشوار بالبوصة
P = ضغط الغلاية

وهذه المعادلة يجب أن تؤخذ في الإعتبار على أنها شكل تسجيلي فقط كما أنها لا تقدم القدرة الحقيقية للمحرك. وبالشكل التقريبي نجد أن القدرة الحصانية البيانية تؤخذ على أنها تعادل القدرة الحصانية الإسمية خمس مرات أي أن:

I.H.P. = ٥ N.H.P.

س٩٥: عرف ما هي القدرة الحصانية البيانية؟

ج: القدرة الحصانية البيانية (I.H.P) هي القدرة المنتجة في الإسطوانات أما القدرة الحصانية الفرملية (B.H.P) هي القدرة الصافية عند عامود الإدارة بعد السماح بالإحتكاك والفقودات الأخرى للمحرك.

س٩٦: ما هي القدرة الحصانية الفرملية (B.H.P)؟

ج: القدرة الحصانية الفرملية (B.H.P) = القدرة الحصانية البيانية – القدرة الحصانية المفقودة بالإحتكاك والمحرك ذات التوافق الجيد نجد أن القدرة الحصانية الفرملية (B.H.P) تكون حوالي ٩٠٪ من القدرة الحصانية البيانية أو حوالي ١٠٪ من القدرة الحصانية البيانية يتم فقدها بالإحتكاك.

س٩٧: ما هي الكفاءة الميكانيكية؟

ج: الكفاءة الميكانيكية = القدرة الحصانية الفرملية B.H.P ÷ القدرة الحصانية البيانية وتساوي حوالي ٩٠٪ للمحرك البخاري و٨٠٪ لمحركات الإحتراق الداخلي.

س٩٨: أذكر مكونات الفرملة الحبلية ومعادلة الشغل المبذول فيها والقدرة الحصانية الفرملية (B.H.P)؟

ج: البكرة أو الحدافة التي على عامود الإدارة تكون محملة بفرملة حبلية ويكون هناك عادة ميزان زنبركي على جانب السحب وتضاف الأثقال إلى الجانب التالي.

والجذب الصافي على الحافة بعد ذلك يكون:

(الوزن – قراءة الميزان)

الحرارة Heat

س٩٩: ما هي أنواع وحدات قياس درجة الحرارة؟

ج: وحدات قياس درجة الحرارة كالآتي:

المقياس	درجة إنصهار الثلج النقي عند الضغط القياسي	درجة غليان الماء النقي عند الضغط القياسي
المئوي	صفر°م	١٠٠°م
الفهرنيت	٣٢ °ف	٢١٢ °ف

س١٠٠: أذكر معادلات التحويل لأنواع درجة الحرارة؟

ج: معادلات التحويل لدرجة الحرارة

°ف = $\frac{9}{5}$ (°م) + ٣٢ $\qquad$ $F = \frac{9}{5}(C) + 32$

°م = $\frac{5}{9}$ (°ف – ٣٢) $\qquad$ $C = \frac{5}{9}(F-32)$

حيث أن (C) تقدم القراءة للدرجات المئوية و(F) تطابق القراءة للدرجات الفهرنهيتية.

س١٠١: أذكر مثال عددي لتحويل درجات مئوية إلى درجات فهرنهيتية؟

ج: مثال لما سبق أنه عند تحويل ١٥٠٠°م إلى °ف يكون كالآتي:

°ف = $\frac{9}{5}$ (١٥٠٠) + ٣٢

= (٩ × ٣٠٠) + ٣٢

= ٢٧٠٠ + ٣٢

= ٢٧٣٢

وبذلك فإن ١٥٠٠°م = ٢٧٣٢°ف.

والمثال الثاني أنه عند تحويل ١٢٠٠°ف إلى °م يكون كالآتي:

°م = $\frac{5}{9}$ (١٢٠٠-٣٢)

= $\frac{5}{9}$ (١١٦٨)

= ٥٨٤٠ ÷ ٩

= ٦٤٩ تقريبًا

وبذلك ١٢٠٠ °ف = ٦٤٩°م تقريبًا

س١٠٢: ما هي وحدات قياس كمية الحرارة؟

ج: وحدات قياس كمية الحرارة:

١- وحدة حرارية بريطانية (B.t.u.)

وحدة حرارية بريطانية (١B.t.u.) هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة واحد رطل من الماء درجة واحدة فهرنهيتية.

٢- الكالوري (Cal)

واحد كالوري هو كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة واحد جرام من الماء النقي درجة واحدة مئوية.

و١ كيلوكالوري = ١٠٠٠ كالوري.

٣- الوحدة المئوية لكمية الحرارة (Chu) أو(سيليسيوس)

وحدة الحرارة المئوية هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة واحد رطل من الماء النقي درجة واحدة مئوية.

س١٠٣: ما هي العلاقة بين الوحدة الحرارية البريطانية ووحدة الحرارة المئوية؟

ج: وحدة حرارية بريطانية واحدة هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة واحد رطل من الماء النقي درجة واحدة فهرنهيتية.

وبما أن:

١٨٠°ف = ١٠٠°م

∴ ١°ف = $\frac{100}{180}$ °م = $\frac{5}{9}$ °م

لذلك فإن واحد وحدة حرارية بريطانية هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة واحد رطل من الماء النقي $\frac{5}{9}$ °م.

ولكن واحد وحدة حرارة مئوية هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة واحد رطل من الماء النقي درجة واحدة مئوية وهكذا.

$\frac{5}{9}$ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u) = واحد وحدة حرارية مئوية (١Chu).

أو واحد وحدة حرارية بريطانية = $\frac{5}{9}$ وحدة حرارية مئوية (chu).

س١٠٤: عرف الحرارة النوعية.

ج: يمكن تعريف الحرارة النوعية لمادة ببساطة بأنها هي كمية الحرارة اللازمة لتغير درجة حرارة وحدة كتلة المادة درجة واحدة.

وطبقًا لهذا التعريف فإن الحرارة النوعية للماء تكون واحد كالوري أو واحد وحدة حرارية بريطانية أو واحد وحدة حرارية مئوية.

ومرة ثانية يمكن القول بأن الحرارة النوعية للنحاس تكون ٠,٠٩ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u) وهذه الكمية من الحرارة هي التي تكون لازمة لتغير درجة حرارة واحد رطل من النحاس الأحمر درجة واحدة فهرنهيتية.

وبالمثل فإن ٠,٠٩ كالوري هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة واحد جرام من النحاس درجة واحدة مئوية.

س١٠٥: ما هو تغير الحرارة وما هو تعريفها المستنتج من الحرارة النوعية؟

ج: تغير الحرارة = كتلة المادة × التغير في درجة الحرارة × الحرارة النوعية.

والتغير في الحرارة هو إكتساب الحرارة إذا إرتفعت درجة الحرارة ولكن الفقد في الحرارة عندما تهبط درجة الحرارة.

وفي حالة إمداد أو إستخراج الحرارة من جسم ويكون الناتج تغير درجة حرارة تلك الجسم ومثل هذه الحرارة تعرف بالحرارة المحسوسة.

س١٠٦: أوجد كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ٢٠ رطل من النحاس

ج: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ٢٠ رطل من النحاس من ٦٠°ف إلى درجة ١٠٠ °ف والحرارة النوعية للنحاس هي = ٠,٠٩٤ وحدة حرارية بريطانية لكل رطل/درجة فهرنهيتية.

الإرتفاع في درجة الحرارة = (١٠٠-٦٠)° ف = ٤٠°ف

∴ كمية الحرارة المطلوبة = (٢٠×٤٠×٠,٠٩٤) وحدة حرارية بريطانية (B.t.u).

= (٨٠٠×٠,٠٩٤) وحدة حرارية بريطانية (B.t.u).

= (٩,٤×٨) وحدة حرارية بريطانية (B.t.u).

= ٧٥,٢ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u).

= ٧٥ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u) تقريبًا.

س١٠٧: ما هي الحرارة الكامنة للإنصهار والحرارة الكامنة للتبخير؟

ج: الحرارة المحسوسة تكون مرتبطة بالتغير في درجة الحرارة ولكن الحرارة الكامنة تكون مرتبطة بتغير الحالة عند درجة حرارة معينة:

١- الحرارة الكامنة للإنصهار:

الحرارة الكامنة للإنصهار تنشأ في الحالات من الصلبة إلى السائلة ومن السائلة إلى الصلبة.

الحرارة الكامنة للإنصهار لمادة هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير وحدة كتلة المادة عند درجة إنصهارها إما من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة أو من السائلة إلى الصلبة بدون التغير في درجة الحرارة ومثال ذلك هو الحرارة الكامنة لإنصهار النحاس هي ٧٣ وحدة حرارية بريطانية/ رطل (Btu/lb) وهذه يعني أن ٧٣ وحدة حرارية بريطانية هي اللازمة لتغيير واحد رطل من النحاس في الحالة الصلبة إلى واحد رطل من النحاس في الحالة السائلة وتظل درجة الحرارة ثابتة عند درجة إنصهار النحاس.

وأيضًا نجد أن واحد رطل من النحاس السائل عند درجة إنصهار النحاس سوف يعطي ٧٣ وحدة حرارية بريطانية عندما يكون مبردًا إلى واحد رطل من النحاس في الحالة الصلبة وتظل درجة الحرارة ثابتة.

٢- الحرارة الكامنة للتبخير:

الحرارة الكامنة لتبخير مادة هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير وحدة كتلة المادة إما من الحالة السائلة إلى الغازية أو من الحالة الغازية إلى السائلة دون التغير في درجة الحرارة. ومثال ذلك الحرارة الكامنة لتبخير الماء النقي عند درجة ٢١٢°ف تكون ٩٧٠ وحدة حرارية بريطانية/رطل(Btu/lb).

وهذا يعني أن ٩٧٠ وحدة حرارية بريطانية هي الكمية اللازمة لتحويل واحد رطل من الماء النقي عند ٢١٢°ف إلى واحد رطل من البخار الجاف عند درجة ٢١٢°ف.

س١٠٨: ما هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١٥٠ رطل من النحاس من ٥٨° ف إلى درجة إنصهاره ١٩٧٨°ف ومن ثم لإنصهار النحاس تمامًا – والحرارة النوعية للنحاس ٠.٠٩٤ وحدة حرارية بريطانية/ رطل (Btu/lb) درجة ف؟

ج: الحرارة الكامنة لإنصهار النحاس = ٧٣ وحدة حرارية بريطانية/رطل (Btu/lb) الزيادة في تدرجة حرارة النحاس = (١٩٧٨-٥٨)° ف

= ١٩٢٠°ف

الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة النحاس من ٥٨°ف إلى ١٩٧٨°ف

= (١٥٠×١٩٢٠×٠,٠٩٤) وحدة حرارية بريطانية (B.t.u)

= ٢٧٠٧٠ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u)

الحرارة اللازمة لإنصهار ١٥٠ رطل من النحاس

= (١٥٠×٧٣) وحدة حرارية بريطانية (B.t.u)
= ١٠٩٥٠ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u)
∴ الكمية الكلية للحرارة المطلوبة = (٢٧٠٧٠+١٠٩٥٠) (B.t.u)
= ٣٨٠٢٠ (B.t.u)
=٣٨٠٠٠ (B.t.u) تقريبًا

س١٠٩: ما هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ٥٠٠ جرام من الماء النقي من درجة تجمده إلى درجة غليانه ولتحويل $\frac{1}{10}$ من كتلة الماء إلى بخار عند الضغط العادي؟

ج:الحرارة الكامنة لتبخير الماء عند الضغط العادي = ٥٣٧ كالوري/جم الإرتفاع في درجة حرارة الماء من صفر°م إلى ١٠٠°م = ١٠٠°م.

∴ كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ٥٠٠جرام من الماء من صفر°م إلى ١٠٠°م = (٥٠٠×١٠٠) كالوري
= ٥٠٠٠٠ كالوري

$\frac{1}{10}$ من كتلة الماء = ٥٠ جرام

∴ كمية الحرارة اللازمة لتحويل ٥٠جرام من الماء إلى بخار عند درجة ١٠٠°م
= (٥٠×٥٣٧)كالوري
=٢٦٨٥٠ كالوري

ومن هنا فإن كمية الحرارة الكلية المطلوبة= (٥٠٠٠٠+٢٦٨٥٠) كالوري
= ٧٦٨٥٠ كالوري

س١١٠: ما هي العلاقة بين الطاقات الميكانيكية والحرارية والمكافئ الميكانيكي للحرارة؟

ج: تعريف الطاقة هي قدرة الجسم على بذل الشغل.

والحرارة شكل من أشكال الطاقة حيث أن الحرارة تستخدم لأداء شغل ومثال ذلك الآلة البخارية.

والشغل الميكانيكي الداخل في التغلب على الإحتكاك يتحول إلى طاقة حرارية. وأمثلة هذا التأثير كالآتي:

١- دوران العامود في كرسي التحميل. ٢- قطع المعدن بأداه.

وهكذا فإن الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية تكون قابلة للتحويل. وقد وجد أن ٧٧٨ قدم/رطل قوة من الشغل الميكانيكي يمكن أن تولد واحد وحدة حرارية بريطانية من الطاقة الحرارية أو بالتبادل:

واحد وحدة حرارية بريطانية من الطاقة الحرارية يمكن أن تتحول إلى ٧٧٨ قدم/رطل قوة من الشغل الميكانيكي.

كمية الشغل الميكانيكي التي تطابق واحد وحدة حرارية بريطانية - ومثال ذلك فإن ٧٧٨ قدم/رطل قوة/وحدة حرارية بريطانية يسمى المكافئ الميكانيكي للحرارة.
وأيضًا واحد وحدة حرارية مئوية تعادل ١٤٠٠قدم/رطل قوة، واحد كالوري يعادل ٣,٠٩ قدم/رطل قوة.

س١١١: أوجد الطاقة الحرارية المكافئة بوحدة الحرارة البريطانية لشغل ميكانيي قدرة ١٠٠٠٠٠قدم/ رطل قوة؟

ج: ٧٧٨ قدم/رطل قوة = احد وحدة حرارية بريطانية

واحد قدم/رطل قوة = $\frac{1}{778}$ وحدة حرارية بريطانية

∴ ١٠٠٠٠٠ قدم/رطل قوة = $\frac{100000}{778}$ وحدة حرارية بريطانية

= ١٢٨,٥ وحدة حرارية بريطانية

س١١٢: أوجد الشغل الميكانيكي المطافئ لـ٥٠٠ وحدة حرارية بريطانية من الطاقة الحرارية؟

ج: ∵ ١وحدة حرارية بريطانية = ٧٧٨ قدم/رطل قوة

∴ ٥٠٠ وحدة حرارية بريطانية = ٥٠٠×٧٧٨ قدم/رطل قوة

= ٣٨٩٠٠٠ قدم/رطل قوة

= ٣,٨٩×١٠° قدم/رطل قوة

س١١٣: أوجد مكافئ الطاقة الحرارية (بالوحدة المئوية الحرارية) لـ٥٠٠٠٠ قدم/ رطل قوة من الشغل الميكانيكي؟

ج: ١ وحدة حرارية مئوية = ١٤٠٠ قدم/رطل قوة

∴ ١ قدم/رطل قوة = $\frac{1}{1400}$ وحدة حرارية مئوية

وبذلك يكون ٥٠٠٠٠ قدم/رطل قوة = $\frac{1}{1400}$ ×٥٠٠٠٠ وحدة حرارية مئوية

= $\frac{250}{7}$ وحدة حرارية مئوية

= ٣٦ وحدة حرارية مئوية تقريبًا

س١١٤: أوجد الطاقة الحرارية المكافئة (بالكيلو كالوري) لـ٣٣٠٠٠ قدم/ رطل قوة؟

ج: ١كالوري = ٣,٠٩ قدم/رطل قوة

∴ ١ قدم/رطل قوة = $\frac{1}{3.09}$ كالوري

∴ ٣٣٠٠٠ قدم/رطل قوة = $\frac{33000}{3.09}$ كالوري

= $\frac{33}{3.09}$ كيلوكالوري

= ١٠,٧ كيلوكالوري

س١١٥: القـدرة التـي تزود بها الآلة تكون منقوصه بحوالي ٢ حصان نتيجة للمقاومة بين أجزاءها العاملة. وإذا تم تحويل كل هذا الفقد إلى حرارة أوجد كمية الحرارة (بالوحدة الحرارية البريطانية) المتولدة في ساعة واحدة؟

ج: ١ حصان = ٣٣٠٠٠ قدم/رطل قوة/دقيقة

٧٧٨ قدم/رطل قوة = ١ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u)

١ حصان (hp) = ٣٣٠٠٠×٦٠ قدم/رطل قوة/ساعة $\frac{Ftlbf}{h}$

= ١٩٨٠٠٠٠ قدم/رطل قوة/ساعة $\frac{Ftlbf}{h}$

∴ ٢ حصان (hp) = ٣٩٦٠٠٠٠ قدم/رطل قوة/ساعة $\frac{Ftlbf}{h}$

و ∵ ١ قدم/رطل قوة = $\frac{1}{778}$

∴ ٣٩٦٠٠٠٠ قدم/رطل قوة/ســاعة $\frac{Ftlbf}{h}$

= ٣٩٦٠٠٠٠ قدم/رطل قوة/ساعة $\frac{B.t.u}{h}$

= ٥٠٩٠ وحدة حرارية بريطانية/ساعة

ومن هنا يتضح أن:

كمية الحرارة المتولدة في واحد ساعة = ٥١٠٠ وحدة حرارية بريطانية/ساعة تقريبًا

س١١٦: ما هي العلاقة بين الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية؟

ج: الوحدات الكهربائية للقدرة هي الوات (Watt) والكيلووات (KW).

والـوحدة الحرارية الواحدة المنتجة في واحد ثانية بقدرة ١٠٥٥ وات (W) = ١,٠٥٥ كليووات (KW) من القدرة الكهربائية.

وأيـضًا واحـد كالـوري من الطاقـة الحرارية ينتج في واحد ثانية بقدرة ٤,١٨ وات (W) من القدرة الكهربائية.

وهكـذا واحـد كـيلوكالوري مـن الطاقة الحرارية ينتج في واحد ثانية بقدرة ٤١٨٠ وات (W) = ٤,١٨ كليووات (KW) من القدرة الكهربائية.

وأيـضًا واحـد وحـدة حرارية مئوية (chu) من الطاقة الحرارية ينتج في واحد ثانية بقدرة ١٩٠٠ وات (W) = ١,٩ كليووات (KW) من القدرة الكهربائية.

س١١٧: سخان كهربائي بقدرة ٥ كيلووات يعمل لمدة ساعتين. أوجد كمية الطاقة الحرارية (B.t.u) التي تنتج في هذا الزمن مع العلم بأن واحد وحدة حرارية بريطانية (B.t.u) = ١.٠٥٥ كيلووات(KW).

ج: ١ كيلووات (B.t.u) = $\frac{1}{1.055}$ وحدة حرارية بريطانية $\frac{B.t.u}{S}$

∴ ٥كيلووات = $\frac{5}{1.055}$ وحدة حرارية بريطانية $\frac{B.t.u}{S}$

وهذا يعني أن = $\frac{5}{1.055}$ وحدة حرارية بريطانية تنتج في واحد ثانية بواسطة السخان وهكذا:

كمية الحرارة المنتجة في ساعتين

= ($\frac{5}{1.055}$ ×٢×٦٠×٦٠) وحدة حرارية بريطانية

= $\frac{36000}{1.055}$ وحدة حرارية بريطانية

= ٣٤١٢٠ وحدة حرارية بريطانية

= ٣٤٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u) تقريبًا

س١١٨: جسم من الصلب كتلته ٣ رطل يتم تسخينه في فرن كهربائي قدرته ٢كيلووات (KW). أوجد الزيادة في درجة حرارة الصلب في دقيقة (درجة مئوية/ دقيقة) والحرارة النوعية للصلب ٠.١١٥ وحدة حرارية مئوية/ رطل درجة مئوية (chu/lb deg c) وبفرض أن كفاءة الفرن ٨٠٪.

ج: ١حصان (hp) = ٧٤٦ وات (w) و١ وحدة حرارية مئوية (chu) = ١٤٠٠ قدم/رطل قوة (ftlbf) و٢كيلووات(kw) = ٢٠٠٠ وات (w).

١وات (w) = $\frac{1}{746}$ حصان (hp).

∴ ٢٠٠٠ وات (w) = $\frac{2000}{746}$ حصان (hp).

أيضًا ١ حصان (hp) = قدم/رطل قوة/دقيقة $\frac{ftlbf}{min}$.

∴ ٢٠٠٠ وات (w) = $\frac{2000}{746}$ × ٣٣٠٠٠قدم/رطل قوة/دقيقة $\frac{ftlbf}{min}$.

، ١ قدم/رطل قوة (ftlbf) = $\frac{1}{1400}$ وحدة حرارية مئوية (chu).

أو واحد قدم/رطل قوة/دقيقة $\frac{ftlbf}{min}$ = $\frac{1}{1400}$ وحدة حرارية مئوية $\frac{chu}{min}$.

∴ $\frac{2000}{746}$ × ٣٣٠٠٠قدم/رطل قوة/دقيقة $\frac{ftlbf}{min}$

= $\frac{2000}{746}$ ×٣٣٠٠٠× $\frac{1}{1400}$ وحدة حرارية مئوية/دقيقة $\frac{chu}{min}$.

∴ كمية الحرارة الخارجة في الدقيقة

= $\frac{80}{100}$ × $\frac{2000}{746}$ ×٣٣٠٠٠× $\frac{1}{1400}$ وحدة حرارية مئوية/دقيقة $\frac{chu}{min}$.

بفرض أن (t) هي الزيادة في درجة حرارة الصلب في واحد دقيقة ولذلك كمية الحرارة التي تمتص بواسطة الصلب في واحد دقيقة

= (t×٠,١١٥×٣) وحدة حرارية مئوية/دقيقة $\frac{chu}{min}$.

وبفرض أنه لا توجد فقودات أخرى فإن:

الحرارة الخارجة بواسطة الفرن = الحرارة التي يكتسبها الصلب

وهكذا:

$\frac{1}{1400}$ ×٣٣٠٠٠× $\frac{2000}{746}$ × $\frac{80}{100}$ = t×٠,١١٥×٣

∴ (t) الزيادة في درجة الحرارة = $\frac{33000\times 2000\times 80}{0.115\times 3\times 1400\times 746\times 100}$

$$= \frac{10^4\times 3.3\times 10^3\times 2\times 10\times 8}{10^{-1}\times 1.15\times 3\times 10^3\times 1.4\times 10^2\times 7.46\times 10^2}$$

$$= \frac{10^8}{10^6}\times \frac{3.3\times 2\times 8}{1.15\times 3\times 1.4\times 7.46}$$

= ١٠^{٢}×١,٤٦

= ١٤٦

وبذلك الزيادة في درجة الحرارة في دقيقة وحدة من الزمن

= ١٤٦ درجة مئوية/الدقيقة تقريبًا.

س١١٩: متى تتمدد المواد ومتى تنكمش وكيف يستنتج معامل التمدد الخطي أو المستقيم؟

ج: معظم المواد تتمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة. نفترض أن هناك قضيب طوله (L بوصة) وطول تمدده (l بوصة) نتيجة زيادة في درجة حرارة قدرها (t درجة فهرنهيتية).

لكي نعرف ما هو تمدد واحد بوصة من القضيب نتيجة لزيادة في درجة حرارة قدرها واحد درجة فهرنهيتية.

L بوصة تمدد بمقدار (l بوصة) نتيجة لزيادة في درجة الحرارة قدرها t °ف ولذلك واحد بوصة تتمدد $\frac{l}{L}$ بوصة نتيجة لزيادة في درجة الحرارة قدرها واحد درجة فهرنهيتية.

وهكذا واحد بوصة تتمدد $\frac{l}{L\times t}$ بوصة نتيجة لزيادة في درجة الحرارة قدرها واحد درجة فهرنهيتية.

وكمية التمدد التي يتمددها واحد بوصة من القضيب نتيجة لزيادة في درجة الحرارة واحد فهرنهيتية تعرف بأنها هي معامل التمدد الخطي أو المستقيم للقضيب ورمز معامل التمدد الخطي أو المستقيم بالرمز (α).

فيكون $\alpha = \frac{l}{L\times t}$

حيث أن:

α = معامل التمدد الخطي

l = طول التمدد

L = طول القضيب (أو الطول الأصلي)

t = الإرتفاع في درجة الحرارة

ويمكن القول بأن وحدة α تكون بوصة ÷(بوصة ×°ف).

ولكن بإختصار بوصة مع البوصة فيصبح معامل التمرد الخطي أو المستقيم:

معامل التمدد المستقيم α = ١÷ °ف

ومن المعلوم أيضًا أن وحدات الطول الأصلي (L) وطول التمدد (l) يجب أن تكون موحدة

$\because \alpha = \frac{l}{L\times t}$

$\therefore l = \alpha \times L \times t$

وبذلك فإن:

التمدد = معامل التمدد الخطي×الطول الأصلي×الزيادة في درجة الحرارة.

والإنكماش =معامل التمدد الخطي×الطول الأصلي×الإنخفاض في درجة الحرارة

كما أن α تعتبر كمية صغيرة جدًا – في الصلب الكربوني تكون قيمة α هي ٠,٠٠٠٠٠٦٣ لكل °ف.

وهذا يعني أن واحد بوصة من الصلب تتمد أو تنكمش بمقدار ٠,٠٠٠٠٠٦٣ بوصة لكل واحد درجة فهرتهينية تغير في درجة الحرارة والتي قابلة للإهمال في حالات التشغيل العادية.

وأن ١٠ بوصة سوف تتمد (٠,٠٠٠٠٠٦٣×١٠) بوصة وذلك لكل درجة فهرنهيتية زيادة في درجة الحرارة.

و١٠ بوصة سوف تتمد (٠,٠٠٠٠٠٦٣×١٠×١٠) بوصة لكل ١٠ درجات فهرنهيتية زيادة في درجة الحرارة.

ومعامل التمدد الخطي أو المستقيم المذكور أعلاه يعبر عنه في صيغة قياسية كالآتي:

٠,٠٠٠٠٠٦٣ ولكل درجة فهرنهيتية = ٦,٣×١٠$^{-٤}$ لكل °ف.

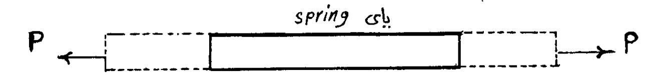
خواص المواد

س١٢٠: تخضع دراسة المواد عامة لعناصر هاة جدًا في الهندسة فإشرح كيفية ذلك؟

ج: العوامل الهامة جدًا هندسيًا في دراسة المواد هي القوى التي تخضع لها وبالتالي الإجهادات التي تنشأ نتيجة لذلك والقوى لها تأثير على المواد وتحدث بها إمتداد وإنضغاط وإنحناء وقوى قص وتعاني المواد من مجموع هذه التأثيرات. كما أن التمدد والإنضغاط تعرف بالتأثيرات المباشرة.

س١٢١: إشرح موضحًا برسم بياني بسيط ما يحدث للمادة عند وقوع شد عليها؟

ج: عندما يحدث جذب للمادة من الطرفين فنقول في هذه الحالة أن المادة في حالة شد ومثال ذلك يوضحه شكل(١) الآتي:

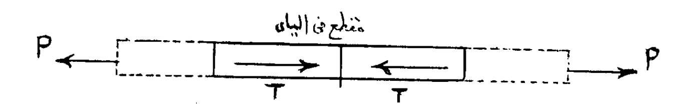


شكل(١)

في الشكل يحدث جذب من طرفي الياي في الإتجاه إلى الخارج بإستخدام قوة معينة من الطرفين (P) وكل قوة تؤثر عبر الطول الكلي للياي.

ونفرض أن (P) تؤثر على مساحة ما ولا تؤثر عند نقطة معينة.

والمادة المصنوع منها الياي لها خاصية مقاومة هذا الجذب إلى الخارج (أ) وعند أي مقطع معين يكون هناك جذب إلى الداخل (T) على كل جانب من هذا المقطع وشكل (٢) يوضح ذلك :



وبفرض أن T تساوي P فإن T قوة داخلية. ويمكن القول في هذه الحالة بأن الشد هو قوة مباشرة وتؤثر عموديًا على مقطع اليابي.

س١٢٢: إشرح موضحًا بالرسم الحالة التي تكون فيها المادة في حالة إنضغاط.

ج: عندما تنضغط المادة تقول أن تلك المادة في حالة إنضغاط وشكل (٣) الآتي يوضح مادة في حالة إنضغاط:

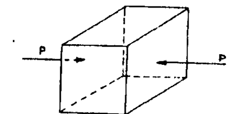


Fig. 3

مع تخيل أن هناك جسم مستطيل (شكل٣) يتم ضغطه إلى الداخل عن طريق قوة (P) على الأسطح المضادة في الجسم. ونفترض أن هذه القوة تؤثر على مساحة وليس على نقطة معينة وكل قوة (P) تؤثر عموديًا على سطحها المتوافق والمادة المصنوع منها الجسم تقاوم تلك القوى التي إتجاهها إلى الداخل (P) كما أنه عند أي مقطع معين والذي يكون عموديًا على خط التأثير للقوة (P) يكون هناك دفع في إتجاه الخار (C) على كل جانب من المقطع كما هو موضح في شكل (٤).

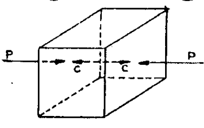


Fig. 4

ونفترض أن (C) تكون مساوية (P) فتسمى (C) بالقوة الإنضغاطية في الجسم كما أنه بالنسبة للشد فإن (C) تكون قوة داخلية وتكون مرة أخرى قوة مباشرة.

وهكذا يمكن أن نصف المادة بأنها في حالة شد أو إنضغاط كما في شكل (٥)



المادة في حالة شد Tension　　　　المادة في حالة إنضغاط Compression

والأسهم توضح مقاومة المادة الداخلية للقوى الخارجية أو الأحمال.

ويمكن إعتبار الشد والإنضغاط تأثيرات متشابهة ولكنهما في إتجاه مضاد.

س١٢٣: ما هي الإجهادات المباشرة؟

ج: تؤثر قوى الشد والإنضغاط عبر مساحات مقطع المواد وإذا كانت هذه القوى تؤثر على مساحات صغيرة جدًا فنتوقع أن المادة تكون خاضعة لتأثير أكبر من الذي على تلك المساحات الأكبر كما يمكن تعريف الإجهاد بأنه القوة لكل وحدة مساحة والمعادلة كالآتي:

$$\frac{Force}{area} \text{ Stress} =$$

حيث أن:

Stress = الإجهاد
Force = القوة المؤثرة
area = وحدة المساحة الخاضعة للقوة

س١٢٤: ما هي معادلة الإجهاد المباشر؟

ج: وبالنسبة للإجهاد المباشر تكون القوة مباشرة والمساحة الخاضعة لهذا الإجهاد تكون عمودية على خط تأثير القوة.

وهكذا إجهاد الشد = قوة الشد ÷ المساحة الخاضعة للقوة

والإجهاد الإنضغاطي = القوة الإنضغاطية ÷ المساحة الخاضة للقوة

س١٢٥: ما هي الوحدات القياسية للإجهاد؟

ج: إذا أخذنا أن وحدة قياس القوة هي رطل قوة (lbf) وأخذنا وحدة المساحة هي البوصة المربعة فتكون وحدة قياس الإجهاد المطابقة هي:

رطل قوة/بوصة مربع ($\frac{lbf}{in^2}$) أو نيوتن/م^2

كما أن وحدة قياس أخرى للإجهاد هي:

طن قوة/ بوصة مربعة ($\frac{tonf}{in^2}$) أو كيلوجرام/متر ثانية

مع العلم بأن الإجهادات لها قيم عالية جدًا وتختلف هذه القيم من مثلاً ١٠٠٠٠ رطل قوة / بوصة مربعة إلى ٢٠٠٠٠٠ رطل قوة/بوصة مربعة.

وعندما نقارن تلك القيم بالضغط الجوي ١٤,٧ رطل قوة/بوصة مربعة نستطيع أن نعرف في هذه الحالة الكم الكبير للأجهادات التي تكون متواجدة ومهيأة في المواد.

س١٢٦: قضيب خاضع لحمل شد قدرة ٨ طن قوة (tonf). أوجد الإجهاد الذي في مادة القضيب إذا كانت مساحة مقطعة هي ١.٦ بوصة مربعة؟

ج:إجهاد الشد = حمل الشد ÷ مساحة المقطع

= $\frac{8}{1.6}$ طن قوة ÷ بوصة مربعة = ٥ طن قوة ÷ بوصة مربعة

= ٥×٢٢٤٠ رطل قوة/بوصة مربعة

= ١١٢٠٠ رطل قوة/بوصة مربعة

= ١١٠٠٠ رطل قوة/بوصة مربعة تقريبًا

س١٢٧: الإجهاد الإنضغاطي لسنبك هو ٥٠ طن قوة/ بوصة مربعة فما هي القوة الإنضغاطية الناتجة من السنبك عندما يقوم بتخريم فتحة بقطر واحد بوصة؟

ج: مساحة مقطع الفتحة = $\frac{ط \times 1^2}{4}$ بوصة مربعة

= $\frac{3.142}{4}$ بوصة مربعة

= ٠,٧٨٦ بوصة مربعة

∴ القوة الإنضغاطية = الإجهاد الإنضغاطي × مساحة المقطع

= (٥٠ × ٠,٧٨٦) طن قوة (tonf)

= ٣٩ طن قوة (tonf) تقريبًا

س١٢٨: ما هي علاقة القوة بالإجهاد والمساحة؟

ج: ∵ الإجهاد = القوة ÷ المساحة

∴ القـوة = الإجهاد × المساحة

وتعتبر هذه العلاقة السابقة ذات أهمية كبيرة جدًا ويجب أن تعرف جيدًا.

س١٢٩: ما هي علاقة المساحة بالقوة والإجهاد؟

ج: ∵ الإجهاد = القوة ÷ المساحة

∴ المساحة = القوة ÷ الإجهاد

وتعتبر هذه العلاقة هامة جدًا في هندسة الأجزاء.

س١٣٠: أكبر إجهاد شد يمكن أن تخضع له مادة معينة هو ٨.٥ طن قوة/ بوصة. فما هو أقل قطر للذراع الإسطواني من هذه المادة إذا كان الحد الأقصى لحمل الشد الذي يتحملة الذراع هو ١١.٥ طن قوة (tonf)؟

ج: المساحة = القوة ÷ الإجهاد = طن قوة ÷ طن قوة/بوصة مربعة = ($\frac{11.5}{8.5}$) بوصة مربعة.

ويفرض أن (α) بوصة هو أقل قطر

∴ مساحة مقطع الذراع = $\frac{طق^2}{4}$ بوصة مربعة

وهكذا :

$\frac{طق^2}{4} = \frac{11.5}{8.5}$

∴ α^2 (ق٢) = $\frac{4\times11.5}{8.5\times ط}$

∴ ق (α) = $\sqrt{\frac{4\times11.5}{8.5\times ط}}$ بوصة

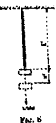
= $\sqrt{\frac{46}{8.5\times ط}}$ بوصة

= ١,٣١٢ بوصة

وبذلك يكون أقل قطر = $1\frac{5}{16}$ بوصة تقريبًا.

س١٣١ : إشرح معنى الإنفعالات المباشرة وما هو تعريفها ومعادلتها؟

ج: نفرض أن التغير في طول المادة يخضع إما للشد أو الإنضغاط وأن هناك ياي ملتف وطوله الغير متمدد هو (l) بوصة وحدث له تمدد مسافة (χ) بوصة بواسطة حمل مستخدم (شكل ٦). والمطلوب إيجاد كمية الامتداد أو الإستطالة لواحد بوصة من طول الياي.



من الرسم الموضح أعلاه نلاحظ أن طول (l) بوصة من الياي يتمدد لمسافة قدرها (χ) بوصة. وبذلك يكون (l) بوصة تمدد مسافة $\frac{\chi}{l}$ بوصة، تسمى $\frac{\chi}{l}$ الإنفعال المباشر أو إنفعال الشد للياي.

أي أن: إنفعال الشد = الامتداد في الطول ÷ الطول الأصلي

يجب قياس الامتداد والطول الأصلي بنفس الوحدات القياسية حيث أن البوصات تقسم على البوصات للإنفعال ثم نعتبر بعد ذلك الإنفعال كنسبة أي يمكن القول بأن الإنفعال ليس له وحلة قياس.

وبالمثل الإنفعال الإنضغاطي = الإنكماش في الطول ÷ الطول الأصلي

مع اعتبار أن التغيرات في الطول تكون في نفس الإتجاة مثل تلك التي للقوة المستخدمة.

س١٣٢: قضيب من الصلب طوله ٨ بوصة تمدد لمسافة ٠.٠٠٧٧ بوصة تحت تأثير حمل مباشر. أوجد الإنفعال المباشر في القضيب الناتج من هذا الحمل؟

ج: إنفعال الشد = الامتداد في الطول ÷ الطول الأصلي

$$= \frac{0.0077}{8} \text{ بوصة}$$

$$= ٠,٠٠٠٩٦$$

$$= ٩٦ \times ١٠^{-٤}$$

(والتغيرات في الطول وبالتالي الإنفعالات تكون كميات صغيرة جدًا في الحالات العملية).

س١٣٣: أنبوبة من البرونز طولها ٥ بوصة وقطرها الخارجي ٢ بوصة وقطرها الداخلي ١ بوصة ثم إنضغاطها تحت تأثير حمل مباشر ٤.٥طن قوة (TONF) والإنخفاض في الطول الناتج من هذا الحمل هو ٣.٨ × ١٠-٤ بوصة فما هو الإجهاد والإنفعال في الأنبوبة في هذه الحالات؟

ج:

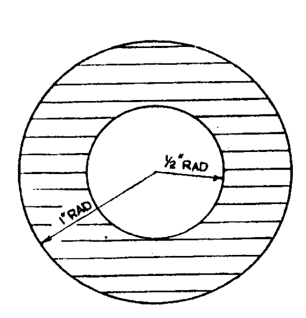


Fig. 7

في هذا المثال نهتم بالإجهاد في مادة الأنبوبة والمساحة الخاضعة للإنضغاط في نطاق مساحة مقطع الشكل المظلل الموضح أعلاه في شكل (٧) حيث أن الفتحة لا يوجد بها مادة لا تخص أي شيء في الإجهاد.

مساحة مقطع الأنبوبة = [ط × ١^{٢} – ط × ($\frac{1}{2}$)^{٢}] بوصة مربعة

= ط (١ – $\frac{1}{4}$) بوصة مربعة

= ط × $\frac{3}{4}$ بوصة مربعة

= $\frac{3\times3.142}{4}$ بوصة مربعة

= $\frac{9.426}{4}$ بوصة مربعة

= ٢,٣٦ بوصة مربعة

ومن هنا فإن الإجهاد الإنضغاطي = القوة الإنضغاطية ÷ مساحة المقطع

= $\frac{4.5}{2.36}$ بوصة مربعة

= ١,٩ طن قوة/بوصة مربعة

وأيضًا الإنفعال الإنضغاطي = الإنخفاض في الطول ÷ الطول الأصلي

= $\frac{3.8\times10^{-4}}{5}$ بوصة

= ٠,٧٦ × ١٠$^{-٤}$

= ٧,٦ × ١٠$^{-٤}$

∴ الإنفعال الإنضغاطي = ٠,٠٠٠٠٧٦

س١٣٤: ذراع من الصلب طوله ٥ قدم وقطره $\frac{5}{8}$ بوصة وتم رفع درجة حرارته من ٥٩°ف إلى ٩٠°ف وقيمة الإجهاد عند درجة الحرارة الأعلى هو ١٠٠٠٠ رطل/ بوصة مربعة فإحسب قيمة الأتي:

أ - القوة اللازمة لمنع الذراع من الإنكماش عندما يبدأ في أن يبرد من درجة ٩٠°ف.

ب - الإنفعال عند درجة ٩٠°ف إذا كان معامل التمدد الخطي للصلب هو ٦.٧ × ١٠-٦°ف.

ج: أ - القوة اللازمة أو المطلوبة = الإجهاد × المساحة

= ١٠٠٠٠ × $\frac{ط}{4}(\frac{5}{8})^{٢}$ رطل قوة (lbf)

= ١٠٠٠٠ × $\frac{25\times ط}{256}$ رطل قوة (lbf)

= ١٠٠٠٠ × ٠,٣١ رطل قوة (lbf) تقريبًا

= ٣١٠٠ رطل قوة (lbf) تقريبًا

ب - التغير في درجة الحرارة = (٩٠-٥٩) °ف

= ٣١°ف

والتغير في الطول = الطول الأصلي× معامل التمدد الخطي× التغير في درجة الحرارة

= ٦٠×٦,٧×١٠$^{-٦}$×٣١ بوصة

ولكن الإنفعال = التغير في الطول ÷ الطول الأصلي

$= \frac{31\times 10^{-6}\times 6.7\times 60}{60}$

= ٦,٧×١٠$^{-٦}$×٣١

= ٢٠٨×١٠$^{-٦}$

= ٢,٠٨×١٠$^{-٤}$

= ٢,١×١٠$^{-٤}$ (تقريبًا)

س١٣٥: ما هو قانون هوك مع ذكر نتائج تجريبية له والرسم البياني الذي يحدد العلاقة بين الامتداد والحمل؟

ج: نفترض أن هناك ياي ملتف ومعلق رأسيًا ويخضع لأحمال صغيرة تستخدم تدريجيًا عند طرفه السفلي كما في شكل (٨):

عند أخذ القراءة يجب أن يكون الياي وحمله في حالة سكون تام.

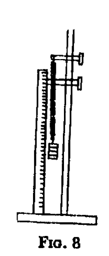


Fig. 8

وبفـرض أن الحمـل ١ رطـل قـوة يكـون إمـتداد الـياي $\frac{1}{4}$ بوصة فما هو الإمتداد المتوقع لحمل قدره ٠,٢ رطل قوة (lbf)؟

مـن الطبيعـي أن يكـون الامـتداد الكلـي يجب أن يكون $\frac{1}{2}$ بوصة وإذا تضاعف الحمل فإن الامتداد سيكون مضاعف.

أمـا لحمـل ٠,٣ رطـل قـوة (lbf) فـنتوقع أن يكـون الامـتداد هو $\frac{3}{4}$ بوصة كما أن الامتداد يجب أن يزيد بنفس النسبة التي لتلك الحمل.

ومـن خـلال حـدود حـساب الخطأ التجريبي تولدت هذه الحقيقة بواسطة التجربة وهـي معـروفة بقانـون هـوك Hook`s law والذي ينص على أن الامتدادات تتناسب طرديًا مع الأحمال المستخدمة إلى حد معين.

س١٣٦ : أذكر جدول يوضح نتائج تجريبية للإمتدادات والأحمال؟

ج: جدول نتائج تجريبية يوضح العلاقة بين الامتدادات والأحمال:

الحمل load رطل قوة (lbf)	قراءة التدريج على الياي بوصة (in)	الامتداد بوصـة (in)
٠	١٠,٨٠	٠
١	١١,٥٥	٠,٧٥
٢	١٢,٣٥	١,٥٥
٣	١٣,١٠	٢,٣٠
٤	١٣,٩٠	٣,١٠
٥	١٤,٧	٣,٩٠
٦	١٥,٤٥	٤,٦٥
٧	١٦,٢٠	٥,٤٠
٨	١٧	٦,٢٠
٩	١٧,٨	٧,٠٠

ـن الجـدول المـدون أعـلاه نلاحظ تطابق قانون هوك بإستثناء التغيرات الصغيرة جدًا.

وشكل (٩) يوضح العلاقة بالرسم البياني بين الامتداد والحمل وذلك بوضع النقط لقيم الامتداد مع قيم الحمل المقابلة. كما أننا نلاحظ خط مستقيم ولكن تم الرسم إلى أقرب خط مستقيم من خلال هذه النقط. كما يجب أن نتوقع للخط المستقيم بأن يمر أصلاً من بداية صفر الحمل وصفر الامتداد حيث أنه في حالة عدم وجود حمل فسوف لا يكون هناك إمتداد.

وكيفية إيجاد تدرج أو ميل الخط البياني المستقيم كالآتي:

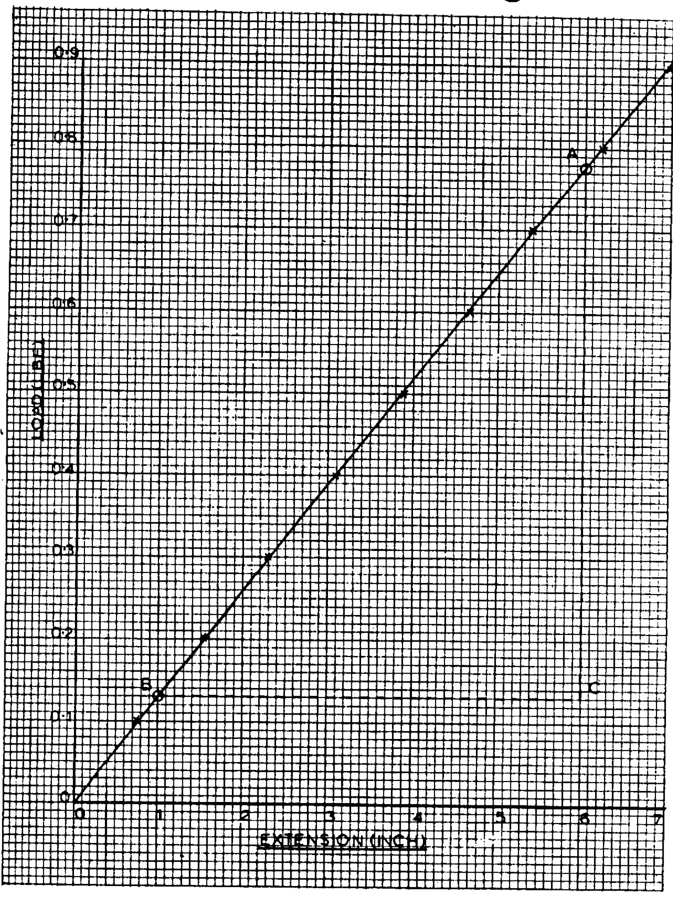


Fig. 9

يـتم إختـيار نقطـتين A & B علـى الخـط المـستقيم وهـاتين النقطـتين لـيس من الضروري أن تكونا نقط مخططة على الرسم.

$$\text{فيكون التدريج} = \frac{AB}{BC} = \frac{(0.13-0.78)}{(1-6)} \frac{lbf}{in}$$

$$= \frac{0.65}{5} \text{ رطل قوة/بوصة}$$

= ٠,١٣ رطل قوة/بوصة

وهـذا الـتدريج يـسمى مـتانة الـيابي. أي أن مـتانة اليابي هي القوة اللازمة لتغيير طوله بوحدة واحدة.

وهكذا فإذا كانت المتانة المذكورة أعلاه لليابي هي ٠,١٣ رطل قوة/بوصة

∴ فإن قوة ٠,١٣ رطل قوة سوف تجعل اليابي يمتد واحد بوصة

وأيضًا نجد أنه لكي يمتد اليابي ١٠ بوصة فإن قوة ١,٣ رطل قوة هي التي تكون لازمه لذلك.

س١٣٧ : مـا الـذي يحدث عندما يتحرك تدريجيًا كل من الأحمال المستخدمة لكل قيمة من قيم الحمل؟

ج: عـندما تقـل قـيمة الحمل تؤخذ قراءة العلامة على اليابي ومن هنا نوجد الامتداد لكل قيمة من الحمل.

كمـا أنـنا نلاحـظ أنـه بالنـسبة لدقـة هـذه التجربة نجد أن اليابي يعود إلى وضعه الأصل بالنسبة لكل حمل.

وفي هذه الحالات يقال على مادة اليابي بأنها مرنة تمامًا.

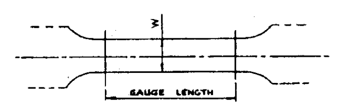
وهـذه الخاصـية للمـواد تعـيد إكتـساب شكلها الأصلي بعد التخلص من الحمل المستخدم وتعرف بالمرونة.

وإذا لم تعد المادة إلى وضعها الأصلي فإنها تأخذ وضعًا دائمًا.

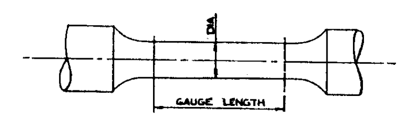
وتخـضع المـواد لإختـبارات أحمال أكبر عن تلك التي تستخدم في التجربة المذكورة أعلاه. أما الاختبارات الميكانيكية فتكون من أجل التصميم والأغراض الروتينية.

س١٣٨ : إشرح كيف يتم اختبار الشد للمواد؟

ج: المـواد الـتي تكـون تحـت الاختبار تكـون ممكـنة علـى الأشـكال القياسـية المسطحة والمستديرة (شكل ١٠).



قطعة إختبار بريطانية مسطحة قياسية



قطعة بريطانية قياسية لإختبار الإستدارة

(شكل ١٠)

ويجب أن يقاس بدقة طول المبين في قطعة الاختبار باستخدام مقياس الامتداد.

وشكل (١١) يوضح رسم بياني مطابق لمادة تختبر من حيث الإنكسار ويلاحظ من الرسم أن جزء من الخط المستقيم في الرسم يتغير إلى منحنى بعد النقطة A.

وهذه النقطة A التي في نهاية الخط المستقيم تسمى حد التناسبية.

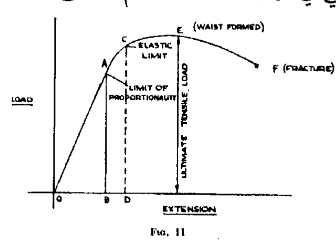


Fig. 11

وهكذا نجد أن الامتدادات في مدى OB تطابق قانون هوك (Hook`s law) وتكون المادة مرنة تمامًا في هذا المدى.

وبعد النقطة A تزال المادة مرنة ولكن الامتدادات لا تتناسب فترة أطول مع الاحمال المستخدمة. والنقطة C حيث تتوقف قابلية المادة لأن تكون مرنة وتسمى في هذه الحالة بالحد المرن أما الامتدادات التي في مدى OD لا تزال مرنة.

وعادة تكون النقط A وC متقاربتان جدًا مع بعضهما حيث أنه بعد الحد المرن تدخل المادة في الحالة البلاستيكية برغم أن المادة تزال مرنة قليلاً. والنقطة E هي الوصول إلى ملاحظة وسط في قطعة الاختبار وبعد النقطة E تحدث الامتدادات ليست بزيادة كبيرة في الحمل ويزيد حدوث الشكل الوسطي.

وفي الواقع نجد أن قطعة الاختبار سوف تستمر في الامتداد حتى ولو كان الحمل في حالة إنخفاض عند هذه المرحلة حتى تنكسر قطعة الاختبار.

والحمل الذي يتطابق مع نقطة الحد الأقصى E يسمى حمل الشد الأقصى.

وإذا تم قسمة هذا الحمل على مساحة المقطع الأصلية لقطعة الاختبار فإننا نحصل على إجهاد الشد الأقصى لمادة قطعة الاختبار، وإجهاد الشد الأقصى هو تلك الإجهاد الأقصى يتم حسابه باستخدام المساحة الأصلية أو الاسمية للمقطع. وحيث أن هناك إنخفاض في مساحة المقطع بعد النقطة E فإن القيم الحقيقية للإجهاد بعد هذه النقطة يجب أن تكون على أساس قيم حقيقية لمساحة المقطع التي تكون في إنخفاض.

وهكذا فإن قيم الإجهاد الحقيقي بعد النقطة E تكون أكبر من قيمة إجهاد الشد الأقصى.

كما أنه إذا تم قسمة قيم الحمل المستخدم على المساحة الاسمية للمقطع للحصول على الإجهادات ويتم قسمة قيم الامتداد على طول المبين للحصول على الإنفعالات فيمكن في هذه الحالة تحديد خط الإجهاد – الإنفعال لقطعة الاختبار وهذا الخط البياني (للإجهاد والإنفعال) سوف يكون متطابقا في الشكل للخط البياني (الحمل _ الامتداد) شكل (١١). حيث أن المساحة الاسمية وطول المبين يكونان ثابتين لقطعة الاختبار المعينة.

س١٣٩ : ما هو إجهاد التشغيل وما هي العلاقة التي بينه وبين إجهاد الشد الأقصى ومعامل الأمان؟

ج: في الحالات العملية نجد أن الإجهادات في المواد يجب أن تكون مقبولة قبل الوصول إلى حدها المرن. وبسبب هذا وأسباب أخرى يقدم معامل الأمان لتحديد حجم المكون الذي سيعطي إجهاد التشغيل ويعرف بأنه:

إجهاد التشغيل = إجهاد الشد الأقصى ÷ معامل الأمان

ومعامل الأمان يجب أن يكون رقمه أكبر من واحد حيث أن:

المساحة = القوة ÷ الإجهاد

ولقيمة معينة من الحمل فإن المساحة ستكون أكبر إذا كان الإجهاد أصغر. وهذا هو الهدف من معامل الأمان.

وهكذا مع مساحة المقطع الأكبر فإن قوى الشد الداخلية في المادة سوف تصبح أكبر من الحمل المستخدم في حالة ظروف التشغيل العادية.

س١٤٠ : إذا كان إجهاد الشد الأقصى لمادة هو ٢٨ طن قوة/ بوصة مربعة، وقضيب مستدير من نفس المادة وحمل التشغيل الأقصى هو ٣.٥ طن قوة والمطلوب حساب قطر القضيب إذا كان معامل الأمان التشغيل هو ٧.

ج: إجهاد التشغيل المسموح به = إجهاد الشد الأقصى ÷ معامل الأمان

$= \frac{28}{7}$

= ٤ طن قوة/بوصة مربعة (tonf/in²)

نفرض أن (α) بوصة هي القطر المطلوب

∴ مساحة مقطع القضيب = $\frac{ط ق^2}{4}$ بوصة مربعة (in²)

∴ إجهاد التشغيل الأقصى = حمل التشغيل الأقصى ÷ مساحة المقطع

$= \frac{3.5}{\frac{ط ق^2}{4}}$ طن قوة/بوصة مربعة (tonf/in²)

= ٤

أي أن ٣,٥ = ٤ × $\frac{ط ق^2}{4}$ = ط ق٢

∴ ق٢ = $\frac{3.5}{ط}$

أو ق = $\sqrt{\frac{3.5}{ط}}$

= ١,٠٥٥

وبذلك يكون قطر القضيب = $1\frac{1}{16}$ بوصة تقريبًا

س١٤١: كيف يتم حساب النسبة المئوية للإستطالة في الطول وما هي معادلتها؟

ج: بالنسبة للاختبار الروتيني تجمع قطعة الاختبار مع بعضها بعد الكسر للحصول على امتداد طول المبين وتعرف نسبة الإستطالة كالآتي:

النسبة المئوية للإستطالة = (امتداد طول المبين ÷ طول المبين) × ١٠٠

والنسبة المئوية للإستطالة هي قياس جيد لمطولية المادة

س١٤٢: قطعة اختبار لها طول مبين هو ٢ بوصة واصبح طولها بعد الانكسار ٢.٦٥٢ بوصة فما هي النسبة المئوية لإستطالة قطعة الاختبار؟

ج: امتداد طول المبين = (٢,٥٦٢ – ٢) بوصة

= ٠,٥٦٢ بوصة

ومن هنا تكون النسبة المئوية للإستطالة = $(\frac{0.562}{2} \times 100)$ ٪

$= (\frac{56.2}{2})$ ٪

= ٢٨ ٪

س١٤٣: إشرح كيفية استنتاج النسبة المئوية للإنخفاض وأذكر معادلتها؟

ج: مثل ما في النسبة المئوية للإستطالة فإن النسبة المئوية للإنخفاض للمساحة تكون هي قياس المطولية للمادة ولكن لا يستند إليها وذلك نتيجة للحقيقة أنه يجب إيجاد الحد الأدنى لمساحة مقطع الإنكسار.

نفرض أن A_1 = مساحة المقطع الأصلية

و A_2 = الحد الأدنى لمساحة مقطع قطعة الاختبار المنكسرة

فيكون الآتي:

النسبة المئوية للإنخفاض في المساحة = $\frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100$

وبالنسبة لقطعة الاختبار المستديرة يتم قياس الأقطار.

نفرض أن D_1 هو القطر الأصلي، D_2 هو قطر وسط الانكسار لقطة الاختبار.

فيكون الآتي:

النسبة المئوية للإنخفاض في المساحة = $\frac{ط ق1^2 - ط ق2^2}{\frac{ط ق1^2}{4}} \times 100$ ٪

$= \frac{ق1^2 - ق2^2}{ق1^2} \times 100$ ٪

ولايمكن قياس $ق_2$ بدقة حيث أن الوسط بعد الانكسار ليس بالضرورة أن يكون دائري في المقطع.

وبالمثل فإن الحد الأدنى لمساحة مقطع قطعة الاختبار المسطحة لا يمكن تحديدة.

س١٤٤: قطعة اختبار مستديرة قطرها الاختبار هو ٠.٥٠٤ بوصة وقطر الوسط بعد الاختبار هو ٠.٤٠٣ بوصة. أوجد النسبة المئوية للانخفاض في مساحة قطعة الاختبار؟

ج: النسبة المئوية للإنخفاض في المساحة

$= \frac{(0.504)^2 - (0.403)^2}{(0.504)^2} \times 100$ ٪

$$= 100\times\frac{0.1624-0.2540}{0.2540}$$

$$= 100\times\frac{0.0916}{0.2540}$$

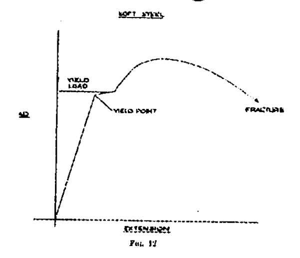
$$= \frac{9.16}{0.254}$$

= ٣٦٪

س١٤٥ : ما هو إجهاد الخضوع في المواد وضح ذلك بالرسم البياني الذي يحدد العلاقة بين الامتداد والحمل؟

ج: أثناء إجراء اختبارات الشد على مواد معينة مثل الصلب الرخو فإن النقطة التي يزيد عندها الامتداد بدون زيادة في الحمل.

هذه النقطة تسمى بنقطة الخضوع كما في شكل (١٢)



والحمل الذي يتطابق مع نقطة الخضوع يكون هو حمل الخضوع كما أن:

حمل الخضوع ÷ المساحة الأسمية = إجهاد الخضوع

وبملاحظة الرسم البياني في شكل (١٢) نجد أن الصلب الرخو يخضع إلى أحمال أكبر من حمل الخضوع وبالتالي تكون الإجهادات أكبر من إجهاد الخضوع قبل الكسر ولكن الامتداد المفاجئ عند نقطة الخضوع قد يسبب إما إنهيار أجزاء من هذا الصلب أو إنهيار أجزاء أخرى مجمعة معه.

وهكذا نجد أنه من المهم أن إجهاد الخضوع يجب ألا يزيد بالنسبة لتلك المواد.

س١٤٦ : ما هو حمل الصمود وضح ذلك بالرسم البياني لعلاقة الامتداد مع الحمل وحمل الصمود؟

ج: إذا لم تظهر المادة وهي تحت الاختبار نقطة خضوع معروفة وإجهاد خضوع معروف فيمكننا تحديد حمل الصمود الذي يكفي لتعيين النسبة المئوية لطول المبين الأصلي.

والنسبة المئوية المعتادة تكون ٠,١٪.

ويمكن القول بأن ٠,١٪ إجهاد صمود = حمل الصمود ÷ المساحة الاسمية
وهذا الحمل يسبب امتداد ٠,١٪ من طول المبين الأصلي كما في شكل (١٣)

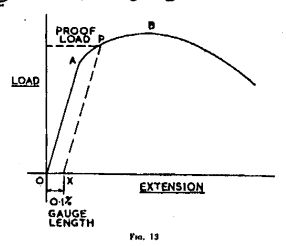


FIG. 13

س١٤٧ : كيف يتم تحديد إجهاد الصمود؟

ج: يتم تخطيط منحنى (الحمل – الامتداد) للمادة التي تحت الاختبار كما في شكل (١٣)، OA هو جزء الخط المستقيم من الرسم حيث يستخدم قانون هوك Hook`slaw ، AB هو الجزء المنحني من الرسم حيث لا يستخدم قانون هوك Hook`slaw. وعلى طول المحور الأفقي تقاس المسافة من أصل OX الذي يساوي ٠,١ من طول المبين الأصلي فإذا كان طول المبين ٢ بوصة فإن OX سوف يكون:

$$(2\times\frac{0.1}{100}) \text{ بوصة } = (2\times\frac{1}{1000}) \text{ بوصة } = ٠,٠٠٢ \text{ بوصة}$$

نرسم الخط XP موازي للخط OA ليتقابلوا مع جزء المنحنى بالرسم التخطيطي عند النقطة P. والحمل المتطابق مع النقطة P هو حمل الصمود.

وبقسمة حمل الصمود هذا على مساحة المقطع الاسمية نحصل على إجهاد الصمود ٠,١ من الطول الأصلي.

س١٤٨ : ما هو إجهاد صمود ٠.١٪ للمادة التي من سبيكة الومينوم والتي يوضح نتائج اختبار شد هذه المادة هو الجدول الآتي وذلك عندما يكون طول المبين هو ٢ بوصة والقطر قبل الاختبار هو ٠.٥٠٤ بوصة؟

ج: نتائج الجدول التالية تم الحصول عليها أثناء اختبار شد على سبيكة الومنيوم:

الحمل طن قوة (tonf)	الامتداد ٠,٠٠٠١ بوصة	الحمل طن قوة (tonf)	الامتداد ٠,٠٠٠١ بوصة
١	صفر	٢,٦	٣٥
١,٢	٤	٢,٨	٣٩
١,٤	٨	٣	٤٣
١,٦	١٢	٣,٢	٤٨
١,٨	١٧	٣,٤	٥٣
٢	٢٢	٣,٦	٦٠
٢,٢	٢٦	٣,٨	٧٢
٢,٤	٣٠	٣,٩	٩٤

يتم الحصول على الخط البياني للحمل مع الامتداد كما في شكل (١٤)

و٠,١٪ من ٢ بوصة = ٠,٠٠٢ بوصة

ومن الرسم التخطيطي فإن حمل الصمود المطابق ٠,٠٠٢ بوصة = ٣,٩٢ طن قوة،

والمساحة الاسمية = ط × (٠,٢٥٢)٢ بوصة مربعة

∴٠,١٪ إجهاد صمود = ($\frac{3.92}{ط \times (0.252)^2}$) طن قوة/بوصة مربعة

= ١٩,٦ طن قوة/ بوصة مربعة تقريبًا

س١٤٩ :ما هي الطرق المختلفة للاختبار الانضغاطي للمواد وما هي الصعوبة التي تواجه اجراء مثل هذه الاختبارات؟

ج: هناك صعوبة في تحقيق الاختبارات الإنضغاطية للمواد نتيجة ميولها للتحديب. وهناك طرق مختلفة تستخدم لمنع التحديب وهي:

١- تدعيم كافي لقطعة الاختبار دون التأثير على الحركة المحورية.

٢- قطع اختبار صغيرة.

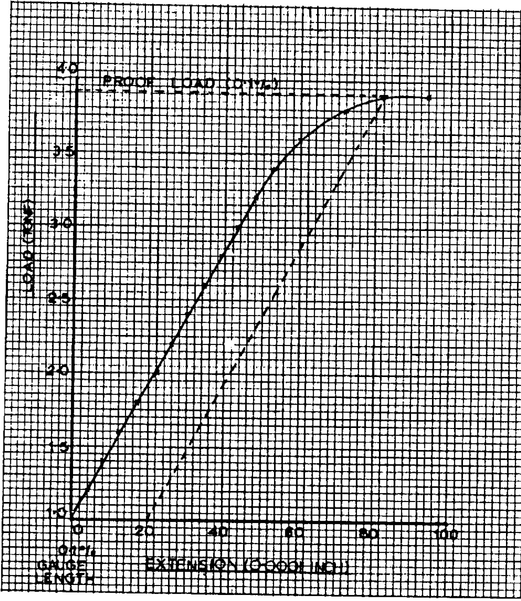


Fig. 14

س١٥٠ : اشرح موضحًا بالرسم البياني ما هي إجهادات القص وإنفعالات القص؟

ج: بالنسبة للرسم البياني الموضح أدناه نعتبر أن المادة تخضع لقوى وتميل هذه القوى في جعل الطبقات الرقيقة من المادة في أن تنزلق واحدة فوق الأخرى كما في شكل (١٥).

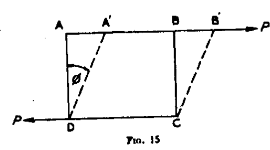


Fig. 15

ABCD يمثل مقطع المادة تحت تأثير القوى P وهذه القوى تؤثر بالتوازي على الطبقات المختلفة. ونتيجة لتأثير القوى P فيصبح شكل المقطع A'B'CD.

وإنزلاق هذه الطبقات يعرف بتأثير القص، P تعرف بقوة القص، ABCD هى مساحة القص وهكذا فإن:

إجهاد القص = قوة القص ÷ مساحة القص

كما أنه بالنسبة لإجهاد الشد والإجهاد الإنضغاطي نجد أن وحدات قياس إجهاد القص تكون رطل قوة/ بوصة مربعة، طن قوة/ بوصة مربعة.

إنفعال القص =

الإزاحة في إتجاه قوة القص ÷ الطول الأصلي عند الزوايا القائمة لإتجاه القوة

$$= \frac{AA'}{AD}$$

وبالنسبة للإزاحات الصغيرة التي تصل إلى حد التناسبية فإن: $\frac{AA'}{AD}$ تكون تقريبًا مساوية للزاوية ϕ حيث ϕ يكون قياسها نصف قطري وهكذا:

فيكون: إنفعال القص = ϕ (نصف قطرية).

كميات المتجهات Vectors

س١٥١ : ما هي العلاقة بين القوة والمتجة؟

ج: القوة هي كمية موجهة كما أن القوة لها مقدار وإتجاه كما أن القوة أيضًا لها درجة إستخدام. والمتجة وبالتالي القوة يمكن تمثيلهم على شكل خط بياني مستقيم مرسوم في إتجاه معين ونوع هذا الاتجاه موضح بواسطة سهم كما هو موضح في شكل (٢٣)

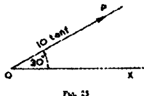


Fig. 23

وهكـذا فـإن OP يمثل قوة مقدارها.١٠ طن قوة ويكون تأثيرها في الإتجاه إلى الخارج من النقطة O عند زاوية ٣٠° مع OX ويكون قياسة في إتجاة عكس عقارب الساعة من OX.

وعـند الاهـتمام بالحل لمشكلة فيكون التعامل مع القوى بواسطة الانشاء الهندسي ثم نرسم بعد ذلك الخطوط التي تمثل القوى للقياس كما هو مبين في شكل (٢٤).
حـيث أن مقـدار القوة الذي يمثله OP هو ٢٠ رطل قوة (lbf) فيتم رسم OP بطول ٢ بوصة.

وبالمـثل OQ يـتم رسمـه بطـول $1\frac{1}{2}$ بوصـة. وأحـيانا نجـد أن مـن السهل توضيح إتجاهات القوى عن طريق مواقع البوصلة مثل الشرق والشمال والغرب والجنوب.

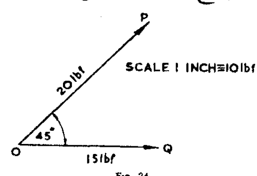


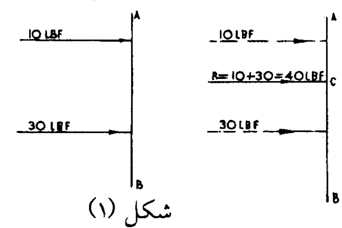
Fig. 24

س١٥٢: اشرح المبدأ الـذي يطلـق علـيه مـثلث القوى للأجسام التي في حالة سكون أو تعادل مع ذكر أمثلة توضيحية بالرسم.

ج: حيـنما يكـون جـسم مـافي حالـة سكون تحت تأثير ثلاث قوى في مستوى واحد والتي تكـون واحـدة مـنهم معلـومة تمامًـا وكذلك أيضًا إتجاهات القوتين الأخرتين فيمكننا رسم مثلث القوى لتحديد كميات ونوع إتجاهات القوتين الباقيتين.

س١٥٣: وضح مدى تأثير القوى على الأجسام التي ليست في حالة سكون؟

ج: في حالة القوى المتوازية التي يوضحها الشكل الآتي شكل (١)



شكل (١)

نجـد أن القـائم AB يقـع تحت تأثير قوتين متوازيتين ومقدار هاتين القوتين هو ١٠ رطل و٣٠ رطل قوة.
ونفترض الآن إيجاد قوة واحدة لها نفس تأثير القوتين على القائم AB وهما القوة ١٠ رطـل و٣٠ رطـل قـوة. وهذه القوة الواحدة من الواضح أنه سيكون لها نفس الاتجاه

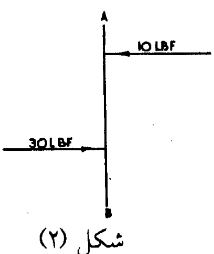
الذي لنفس القوتين المعلومتين. ويتضح من الرسم أن القوة R هي القوة الواحدة التي تؤثر على القائم AB عند النقطة C. والقوة R تسمى محصلة القوتين المعلومتين. وحيث أن القوتان اللتان تؤثران على القائم AB في إتجاهات متوازية ومتشابهة فيكون الإتجاة وتشابه الإتجاة للقوة R يجب أن يكون نفس الشيء الذي يكون مؤثرًا على القائم AB.

ويتضح مما سبق أيضًا أن مقدار القوة المحصلة R يكون مساويًا لنفس كميات القوتان المعلومتان وهو أن R = ٤٠ رطل قوة (lbf).

كما أن نقطة الاستخدام C للقوة المحصلة R تعتمد على المسافة بين خطوط التأثير للقوتان المعلومتان وتعتمد أيضًا على كميات هذه القوى.

ويكون التأثير أقرب إلى القوة الأكبر التي هي ٣٠ رطل قوة (lbf).

أما في حالة اعتبار أن القائم AB يقع تحت تأثير قوتين كما في الشكل الآتي شكل (٢):



شكل (٢)

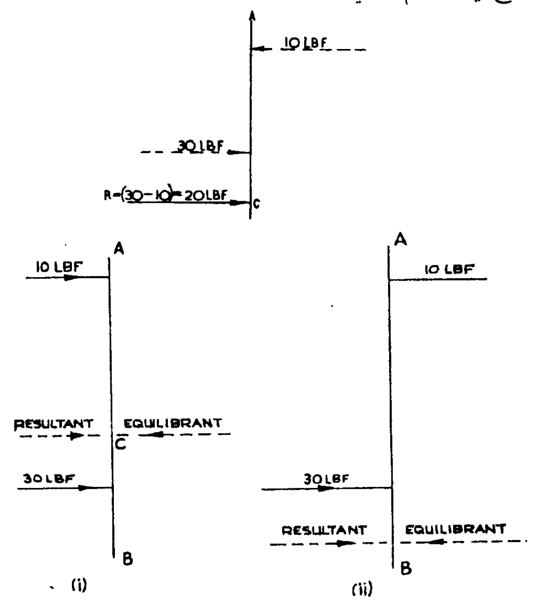
يتضح من الشكل الموضح أعلاه أن اتجاهات القوتان المعلومتان تكون متوازية ولكن القوتان في هذه الحالة تكون كل واحدة في إتجاه مضاد للأخرى ويكون التأثير الصافي على القائم AB هو قوة مقدارها (٣٠-١٠) رطل قوة = ٢٠ رطل قوة (lbf) وتكون مؤثرة في إتجاه متوازي ومن الواضح أن تكون في نفس الاتجاه الذي لتلك القوة الأكبر في المقدار ٣٠ رطل قوة كما هو مبين في الرسم.

وهكذا يتضح أن القوة المحصلة R لها مقدار يساوي الفرق بين مقداري القوتان المعلومتان وهو ٢٠ رطل قوة (lbf). ونلاحظ أنه في هذه الحالة أن نقطة الاستخدام C للقوة المحصلة تكون خارج خطوط تأثير القوتان المعلومتان وسوف تكون كما سبق أقرب إلى القوة الأكبر.

س١٥٤: ما هي القوة المعادلة أو الموازنة وما هو تأثيرها على الجسم المتحرك؟

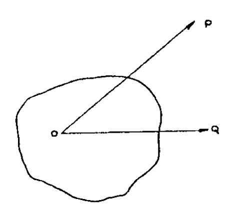
ج: إذا كان هناك جسم له قوة محصلة مؤثرة عليه في هذه الحالة نجد أن الجسم يتحرك تحت تأثير هذه المحصلة. وإذا كان المطلوب أن يبقى الجسم في حالة سكون فيجب أن تكون مساوية في المقدار ولكن تأثيرها يكون في الاتجاه المضاد من خلال نفس نقطة

الاستخدام التي ستكون متواجدة. وهذه القوة تسمى القوة الموازنة أو المعادلة **وهى** تلك القوة التي حينما تضاف إلى القوتان المعلومتان تجعل الجسم في حالة سكون **كما** هو موضح في الرسم الآتي:



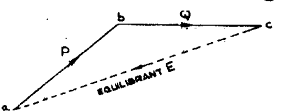
س١٥٥ : اشرح مع الرسم القوى المائلة التي تؤثر على جسم ما وكيفية إيجاد محصلة هذه القوى؟

ج:كما هو موضح بالرسم نفترض أن جسم ما يقع تحت تأثير قوتان Q & P **والقوتان** مائلتان بزاوية كل واحدة على الأخرى وتتقاطع في النقطة O.



ومـن الواضح أن الجسم سيتحرك تحت تأثير تلك القوتان والجسم يكون في حالة عـدم تـوازن. ويمكن إيجاد محصلة القوتان Q & P وذلك عن طريق مبدأ مثلث القوى كالآتي:

نرسم خط بياني يمثل القوة Q & P بمقياس معين مثل ما يوضحه الشكل الآتي:

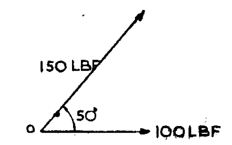


ونـبدأ مـن الـنقطة a ونرسـم ab مـوازي لإتجاه p ويتناسب مع مقدار p والسهم على الخط ab يكون في نفس إتجاه القوة المعينة p.

ومـن الـنقطة b نرسـم bc مـوازي لإتجـاه Q ويتناسـب مع مقدار Q وإتجاه السهم يكون من b إلى c. ثم نوصل ac وهو الخط الموضح بالنقط في الشكل السابق.

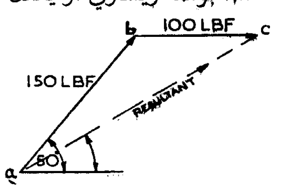
س١٥٦ : أوجد محصلة القوتان الموضحتان في الرسم الآتي؟

ج:



نفـترض أن القـوة ١٠٠ رطـل قوة (lbf) تؤثر أفقيًا. ونرسم الخط البياني للقوة كما في الـشكل. ومـن النقطة a نرسم الخط ab بطول $1\frac{1}{2}$ بوصة وبزاوية ٥٠° مائلة على الأفقـي. ومـن الـنقطة b نرسـم bc بطـول واحـد بوصـة أفقيًا. ونوصل ac بعد ذلك وهكذا:

مقدار المحصلة = ac = ٢,٢٨ بوصة ويساوي أو يعادل ٢٢٨ رطل قوة.



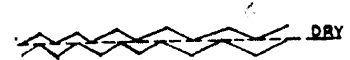
وزاويـة ميل المحصلة مع الأفقي = ٣٠,٥° مع ملاحظة إتجاه الأسهم نجد أن المحصلة الحقيقية تم خلال O في الرسم الذي يسبق الموضح أعلاه.

الاحتكاك Friction

س١٥٧ : اشرح معنى الاحتكاك مع توضيح الشرح بالرسم التخطيطي؟

ج: نفرض أن صندوق خشبي صغير يستقر على منضدة أفقية. وإذا استخدمت قوة ذات مقدار صغير على الصندوق لمحاولة تحريك الصندوق عبر المنضدة نجد أن الصندوق سوف لا يتحرك. وإذا تم زيادة القوة فإن الصندوق يتحرك. ويمكن القول في هذه الحالة أن هناك مقاومة لحركة الصندوق عبر المنضدة.وهذه المقاومة تسمى بالاحتكاك وتعمل حتى إذا كان الصندوق في حالة سكون طالما كانت هناك قوة مستخدمة للصندوق. وهكذا نستطيع أن نستنتج القانون الأول للإحتكاك – وهو الاحتكاك مضاد للحركة. وإذا استخدمنا قوة مستمرة مساوية لقوة الاحتكاك نجد في هذه الحالة أن الصندوق يبدأ في الحركة ويستمر في الحركة بإنتظام.

ويمكن أن نسأل أنفسنا كيف تنشأ هذه المقاومة الخاصة بالحركة. إذا كان السطحان المتلامسان كبيران فيكون الشكل كما هو موضح بالرسم.

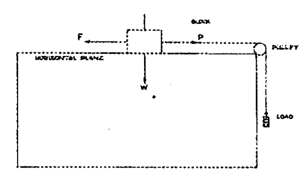


شكل السطحان المتلامسان

ويلاحظ من الرسم أن الأسطح المشرشرة المتلامسة تساهم في المقاومة. وإذا كانت الأسطح المتلامسة أكثر نعومة فإن قوة الإحتكاك سوف تكون أقل. وحتى للأسطح الناعمة جدًا نجد أن الإحتكاك يكون متواجد عندما تكون هناك حركة بين الأسطح. وبالنظر إلى الشكل السابق يمكن أن نلاحظ أن الحركة سوف تكون أكثر صعوبة إذا كان رد الفعل بين السطحين متزايد. وذلك يكون نتيجة للإقفال البيني الأكبر لجانبي السطحين.

س١٥٨ : اشرح تجربة يمكن بواسطتها تحديد القانون الذي يربط العلاقة بين قوة الإحتكاك مع رد الفعل بين السطحين المتلامسين؟

ج: في الشكل الآتي: صندوق خشبي يتم جذبه بإنتظام عبر مستوى أفقي خشبي بواسطة يلي يمر فوق بكرة خفيفة صغيرة والطرف الآخر من الخيط مثبت به كتلة مثقوبة. وكتلة الجسم W تكون معلومة. والقوة P المطلوبة لجذب الجسم بإنتظام عبر المستوى الأفقي ويفترض بأنها تكون مساوية لحمل الكتلة المثقوبة. ويمكن لكتلة الجسم أن تزيد عن طريق إضافة كتل أو أوزان معلومة في أعلى الجسم مع ملاحظة القيم المتطابقة لحمل الكتلة المثقوبة من الشكل السابق ونجعل R هي رد الفعل بين المستوى الأقصى والجسم ورد الفعل وهذا يجب أن يكون مساويًا ولكن مضاد في الإتجاه لكتلة الجسم.



وبفرض أن W تؤثر رأسيًا وإلى أسفل أي عمودية على المستوى الأفقي فإن R يجب أيضًا أن تكون عادية بالنسبة للمستوى، R تكون هي رد الفعل الطبيعي بين الجسم والمستوى. وبفرض أن F هي قوة الإحتكاك التي تكون في إتجاة مضاد لحركة الجسم.

وبالنسبة للحركة المنتظمة نجد أن F تكون مساوية P. وهكذا نجد أن قيم R تكون مساوية لقيم W وقيم F تكون مساوية لقيم P.

س١٥٩: كيف تستنتج القانون الثاني للإحتكاك موضحًا ذلك بالرسم البياني؟

ج: مجموعة من النتائج النموذجية يوضحها الجدول الآتي:

رد الفعل الطبيعي R رطل قوة (lbf)	قـوة الإحتـكاك F رطل قوة (lbf)
١	٠,٢٥
٢	٠,٤٥
٣	٠,٧٠
٤	٠,٩٠
٥	١,٢٠
٦	١,٤٥

من الجدول السابق وفي الرسم البياني الآتي (شكل١) يمكن تخطيط قيم F المقابلة لـرد الفعـل R ورد الفعل الطبيعي يكون عبر المحور الأفقي وقوة الإحتكاك تكون عبر المحـور الرأسـي. ونلاحظ أن النقاط تقع تقريبًا على خط مستقيم وهذا الخط المستقيم يمر من خلال الخط الأصلي. ويمكن في هذه الحالة إيجاد ميل هذا الخط المستقيم.

والنقطتان B&A تقع كل منهما على الخط المستقيم أي أن الميل

$$= \frac{BC}{AC} = \frac{0.12-1.32}{0.5-5.5} \text{ رطل قوة } = \frac{1.20}{5} = \text{٠,٢٤ تقريبًا}$$

وهكذا نجد أن الميل ليس له وحدة ويكون ثابتًا. كما أن الميل أيضًا مساوي $\frac{F}{R}$

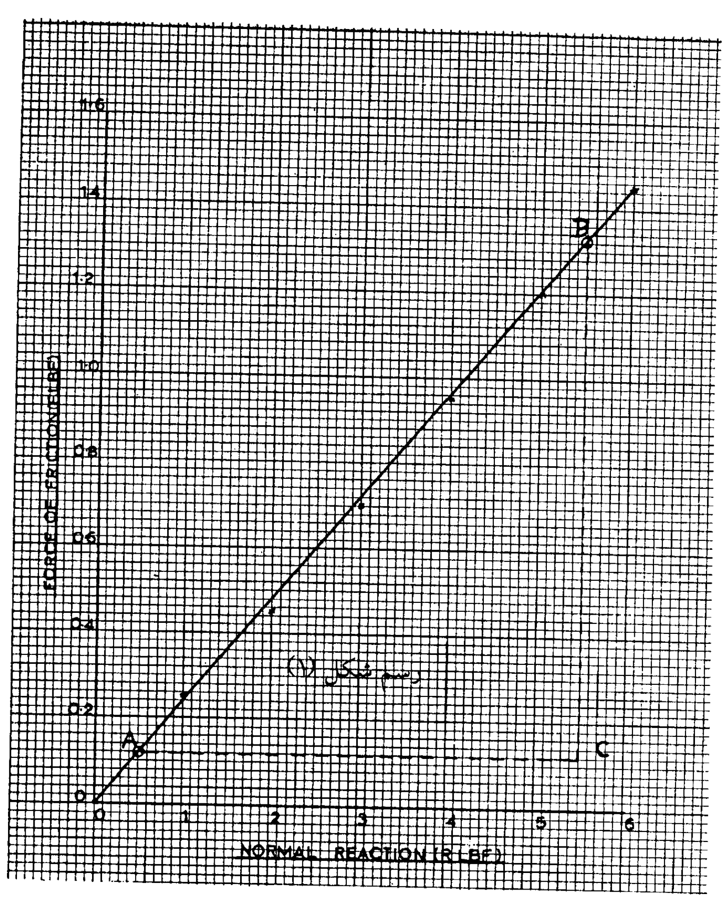
وهكذا $\frac{F}{R}$ = ثابت = ٠,٢٤

وهذا الميل الثابت $\frac{F}{R}$ يسمى بمعامل الإحتكاك للسطحين المتلامسين في التجربة.

ونستنتج مما سبق أن معادلة معامل الإحتكاك والذي يرمز له μ هي كالآتي:

$\mu = \frac{F}{R}$ أو $F = \mu R$

وهذه النتيجة تعتبر قانون آخر للإحتكاك.



س١٦٠ : أذكر بإختصار قوانين الإحتكاك الجاف؟

ج: ١- الإحتكاك يكون مضاد للحركة.

٢- الكمية الناتجة من قوة الإحتكاك ÷ رد الفعل الطبيعي يفترض أنها ثابتة وتكون مساوية لمعامل الإحتكاك أي:

$F = \mu R$ أو $\frac{F}{R} = \mu$

ويختلف معامل الإحتكاك طبقًا للحالة التي يكون فيها الجسم سواء كان ممنوعًا من التحرك بواسطة الإحتكاك أو يكاد يكون عند نقطة التحرك أو في حالة حركة.

٣- تعتمد قوة الإحتكاك على مساحات الأسطح المتلامسة.

٤- عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة فإن قوة الإحتكاك تعتمد على هذه السرعة ما عدا القيم العالية للسرعة.

س١٦١: جسم يزن ٦٠٠ رطل قوة (lbf) مطلوب جذبة عبر سطح أفقي ومعامل الإحتكاك بين السطح والجسم هو ٠.٢٥. أوجد القوة المطلوبة لجذب الجسم عند سرعة ثابتة؟

ج: قوة الإحتكاك = معامل الإحتكاك (μ) × رد الفعل الطبيعي (R)

= معامل الإحتكاك (μ) × وزن الجسم

= (٠,٢٥ × ٦٠٠) رطل قوة (lbf)

= ١٥٠ رطل قوة (lbf)

وهكذا تكون القوة المطلوبة لجذب الجسم عند سرعة ثابتة = ١٥٠رطل قوة(lbf).

س١٦٢: قوة قدرها ٢٠٠ رطل قوة (lbf) مطلوبه لجذب جسم عند سرعة ثابتة على طول مستوى أفقي. المطلوب تحديد معامل الإحتكاك بين الجسم والمستوى تحت تأثير هذه الحالات إذا كان الجسم يزن ٧٥٠ رطل قوة(lbf)؟

ج: معامل الإحتكاك = قوة الإحتكاك ÷ رد الفعل الطبيعي

= قوة الجذب ÷ وزن الجسم = $\frac{200}{750}$ رطل قوة

= $\frac{4}{15}$ =٠,٢٧ تقريبًا

س١٦٣: ما هي مميزات الإحتكاك؟

ج: الإحتكاك يكون في إتجاه مضاد للحركة. ولكن الخشونة التي تحدث بين الأسطح ليست بالضرورة أن تكون من العيوب. ونحن نعرف كم هو صعب السير على سطح ناعم جدًا كما أن الإحتكاك يساعدنا في المشي على الأسطح. وهذه الخاصية للإحتكاك تكون أيضًا مستخدمة في معدات الزنق وإدارات السيور ولقم الفرملة التي على الإسطوانات.

س١٦٤: ما هي عيوب الإحتكاك؟

ج: نحن نتجنب الإحتكاك الذي يكون بين الأجزاء المتحركة في الآلة ويسبب الحرارة التي يمكن أن تكون من العيوب الخطيرة. وللتغلب على هذا يكون بإستخدام المزلقات وحتى الطبقات الرقيقة من هذه المزلقات تفصل الأسطح الخشنة وتعمل كوسيط بين هذه الأسطح كما هو موضح بشكل (٢).

LUBRICANT

رسم شكل (٢)

س١٦٥: ما هو الإحتكاك الناتج من الدحرجة؟

ج: من المعروف أن التزييت يخفض إحتكاك الإنزلاق فإذا تم استبدال حركة الإنزلاق بحركة دحرجة ومثال ذلك بإستخدام كريات أو أعضاء دحرجة بين السطحين فإننا نجد أن مقاومة الحركة عادة تنخفض بهذه الطريقة. وإحتكاك الدحرجة من النقر لأحد الأسطح مع الآخر حينما يكون هناك تلامس بينهما. وهذا يعطي فرصة للإحتكاك والذي يمكن أن يزيد إذا حدث الإنزلاق أيضًا بين الأسطح المتلامسة.

الكهرباء والمغناطيسية

Electricity & Magnetism

س١٦٦: ما هي وحدات قياس القوة الدافعة الكهربية وفرق الجهد والتيار والمقاومة؟

ج:

النوع أو الكمية	رمز الكمية	وحدة القياس	رمز وحدة القياس
القوة الدافعة الكهربية	–	فولت	V
فرق الجهد الكهربي	V	فولت	V
التيار الكهربي	I	أمبير	A
المقاومة	R	أوم	Ω

س١٦٧: ما هو قانون أوم وكيف يستنتج وما هي معادلته؟

ج: فرق الجهد بين أطراف المقاوم عند درجة حرارة معينة يتناسب تناسبًا طرديًا مع التيار الذي يسري في المقاوم

فرق الجهد ÷ التيار = ثابت

= مقاومة المقاوم عند درجة حرارة معينة

وهكذا $\frac{V}{I}$ = فرق الجهد ÷ التيار = المقاومة

أو V = المقاومة × التيار

وأيضًا ١ أوم = $\frac{\text{1فولت}}{\text{1أمبير}}$

أو ١ فولت = ١ أوم × ١ أمبير

س١٦٨: فرق جهد قدرة ٢٢٠ فولت يستخدم من خلال أطراف مقاوم وله مقاومة قدرها ٥٠ أوم. أوجد التيار الذي يسري خلال المقاوم؟

ج: التيار = فرق الجهد ÷ المقاومة = $\frac{220}{50}$ أمبير = ٤،٤ أمبير

س١٦٩: ما هي وحدة الشحن الكهربي وكيف تستنتج معادلتها؟

ج: وحدة الشحن الكهربي هي الكولوم (C)

، التيار = الشحن ÷ الزمن

أي ١ أمبير = ١ كولوم ÷ ١ ثانية

أو ١ كولوم = ١ أمبير × ١ ثانية

س١٧٠: ما هي وحدة الشغل الكهربي؟

ج: وحدة الشغل هي الجول (J). والجول هو الشغل المبذول عندما تتسبب قوة دافعة كهربية لواحد فولت في واحد كولوم من الكهرباء لتسري خلال المقاوم. إذا تم بذل واحد جول من الشغل في واحد ثانية فتكون القدرة الناتجة هي واحد جول/ثانية.

ونسمى واحد جول/ثانية بالوات (W)

وهكذا واحد جول = ١ وات × ١ ثانية، (١ وات × ١ ثانية) هي كمية الشغل المتولد عندما تعطي قوة دافعة كهربية لواحد فولت واحد كولوم للسريان.

ولذلك واحد وات هي القدرة المتولدة عندما تعطي القوة الدافعة الكهربية لواحد فولت واحد كولوم من الكهرباء للسريان في واحد ثانية أي أن واحد وات هو القدرة المتولدة عندما تعطي القوة الدافعة الكهربية لواحد فولت تيار قدرة واحد أمبير للسريان.

ونستطيع أن نقول:

١ وات = ١ فولت × ١ أمبير

أي أن القدرة = القوة الدافعة الكهربية × شدة التيار

ورمز القدرة هو P

وهكذا فإن :

$$P = V \times I$$

أي أن W ١٠٠٠=(EW) Kilowatt ١ أي ١ كيلووات (KW) =١٠٠٠ وات (W)

حيث أن P = القدرة

، V = فرق الجهد (بالفولت)

، I = شدة التيار (بالأمبير)

س١٧١: مصباح فتيلي معدل قدرة تغذيته ١٥٠ وات وفرق الجهد خلال الفتيل ٢٥٠ قولت. أوجد قيمة التيار الساري ومقاومة الفتيل.

ج: ∵ القــدرة = فرق الجهد × شدة التيار

∴ شدة التيار = القدرة ÷ فرق الجهد

$= \frac{150}{250}$ أمبير = ٠,٦٠٠ أمبير (وهو المطلوب أولاً)

المقاومة = فرق الجهد ÷ شدة التيار

$= \frac{250}{0.600}\Omega$ = ٤١٧ Ω (= أوم) .

س١٧٢: ما هي العلاقة التي تربط بين الشغل الميكانيكي والكهربائي والقدرة؟

ج: ١ قدم/رطل قوة = ١,٣٥٦ جول

(١ft .lbf = ١,٣٥٦ J)

وهكذا نجد أن ١ جول = $\frac{1}{1.356}$ قدم/رطل قوة = ٠,٧٣٨ قدم/رطل قوة

، ١ حصان ميكانيكي = ٥٥٠ قدم رطل قوة/ثانية (١hp=٥٥٠ ft.lbf/second)

، ٥٥٠ قدم.رطل قوة = (٥٥٠×١,٣٥٦) جول = ٧٤٦ جول

∴ ١ حصان ميكانيكي = ٧٤٦ جول/ثانية = ٧٤٦ وات (W)

= ٠,٧٤٦ كيلووات (KW)

س١٧٣: عرف الطاقة الكهربائية وما هي وحدة الطاقة الكهربائية؟

ج: الطاقة هي المقدرة على بذل الشغل.

وقد عرفنا أن ١ جول = ١ وات × ١ ثانية

ويمكـن في هـذه الحالة أن نسمي ١ وات ثانية بوحدة الطاقة الكهربائية وحيث أن الـوات ثانـية تعتـبر وحـدة صغيرة جدًا للطاقة فتم إعتماد الوحدة الأكبر بكثير وهي الكيلووات ساعة:

١ كيلووات ساعة = ١ كيلووات × ١ ساعة

= ١٠٠٠ وات × ٣٦٠٠ ثانية

= ٣,٦ × $١٠^{٦}$ جول

ويرمز لوحدة الكيلووات ساعة بالرمز (Kwh)

س١٧٤ : أذكر العلاقة التي تربط الطاقة الكهربائية بالطاقة الحرارية؟

ج: ١ وحدة حرارية بريطانية (Btu) من الطاقة الحرارية تنتج بواسطة ٧٧٨ قدم. رطل قوة من الشغل الميكانيكي

، ١ قدم. رطل قوة = ١,٣٥٦ جول

∴ ٧٧٨ قدم. رطل قوة = (٧٧٨ × ١,٣٥٦) جول = ١٠٥٥ جول

وهكذا يتضح أن ١ وحدة حرارية بريطانية (Btu) تنتج بواسطة ١٠٥٥ جول

المغناطيسية

Magnetism

س١٧٥ : أذكر ما تعرفه عن المغناطيس البسيط وعن الجذب المغناطيسي.

ج: المغناطيس هو عبارة عن قطعة من المعدن مثل الحديد والصلب أو النيكل والتي تقوم بجذب قطع أخرى من تلك المعادن. وتشمل هذه المعادن سبائك الحديد التي تسمى مغناطيسية حديدية.

س١٧٦ : أين يكون تركيز الجذب المغناطيسي في المغناطيس؟

ج: الجذب المغناطيسي للمغناطيس يكون تركيزه بالقرب من أطراف المغناطيس ومراكز الجذب تسمى أقطاب المغناطيس.

س١٧٧ : ماذا يحدث إذا تم تعليق المغناطيس في وضع حر حول المحور الرأسي؟

ج: عندما يتم تعليق المغناطيس بحرية حول المحور الرأسي نجد أن المغناطيس سوف يضبط نفسه بأن يكون قريب جدًا من الإتجاه الجغرافي الشمالي والجنوبي والذي يسمى بخط الزوال.

س١٧٨ : ما الذي يحدث إذا تم تعليق عدد أثنين مغناطيس كل قريب من الآخر؟

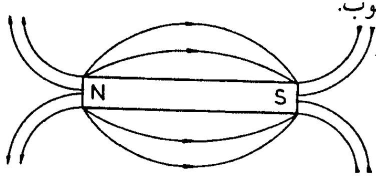
ج: إذا تم تعليق مغناطيسيان كل واحد قريب من الآخر سواء كانت الأقطاب الشمالية أو الجنوبية بجانب بعضهما. فسوف يجذب كل قطب الآخر وذلك عندما يوضع القطب الشمالي لمغناطيس بالقرب من القطب الجنوبي للمغناطيس الآخر. وفي هذه الحالة نقول أن الأقطاب المختلفة تتجاذب والأقطاب المتشابهة تتنافر.

س١٧٩ : كيف يتم جذب المادة للمغناطيس؟

ج: يتم جذب المادة للمغناطيس بواسطة المجال المغناطيسي حول المغناطيس. وهذا المجال نجده في بعض الأحيان يتسبب في أن تقفز المادة إلى المغناطيس ثم تبدأ مغنطة المادة ببطء.

س١٨٠ : وضح مع الرسم كيف يكون شكل المجال المغناطيسي؟

ج: يتم وضع المغناطيس على ورقة بيضاء ثم يتم نثر برادة الحديد فوق الورقة وبعد النقر بخفة على الورقة نجد أن البرادة شكلت نفسها بالخطوط الموضحة بالشكل الآتي والتي تسمى بالخطوط المغناطيسية للقوة شكل (١٢٧) ويكون إتجاه المجال المغناطيسي من الشمال إلى الجنوب.



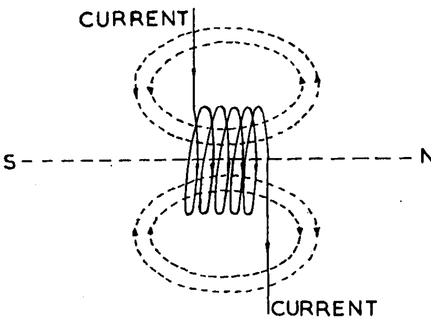
شكل (١٢٧)

س١٨١ : ما الاسم الذي يطلق على القضيب المغناطيسي الذي يتمغنط بدرجة عالية؟

ج: المغناطيس الدائم هو الاسم الذي يطلق على القضيب المغناطيسي الذي يتمغنط بدرجة عالية. والمادة التي تنجذب إلى القضيب المغناطيسي سوف تتمغنط بدرجة خفيفة ولكن هذه المغناطيسية الحثية تكون مؤقتة.

س١٨٢ : صف مع الرسم المجال المغناطيسي الناتج من التيار الكهربائي؟

ج: عندما يسري التيار الكهربائي خلال سلك فإن ذلك يحدث مجال مغناطيسي والقوة المغناطيسية عند أي نقطة في المجال تكون ضعيفة بالنسبة للتيارات الكهربائية الصغيرة والرسم التالي شكل (١٢٨) يوضح ذلك بينما تكون أقوى في النقاط القريبة من السلك.

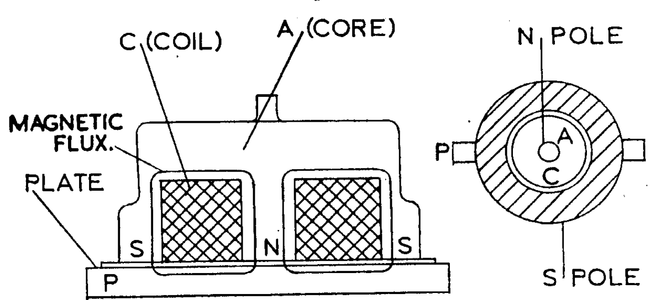


س١٨٣ : متى تزيد قوة المجال المغناطيسي؟

ج:يمكن لقوة المجال المغناطيسي أن تزيد عن طريق عمل ملف طويل من السلك على هيئة لفات دائرية واللف يكون متوافق مع بعضه في نفس الإتجاه.

س١٨٤: وضح مع الرسم فيها يستخدم مغناطيس الرفع؟

ج: يستخدم مغناطيس الرفع في رفع ألواح الصلب والحديد وفي رفع الصلب والحديد الخردة (المكهن). وهذا المغناطيس يقوم بخرج قوة مغناطيسية كبيرة جدًا لرفع الاحمال الثقيلة ونقوم برفع ألواح تصل إلى ٥ طن ويكون قطر المغناطيس ٢ قدم. ويتركب المغناطيس كما هو موضح في الرسم من ملف (C) ملفوف حول قلب مركزي A. ويتكون التدفق المغناطيسي عندما يسري التيار داخل المادة المراد رفعها وبذلك ينجذب اللوح إلى المغناطيس الكهربائي شكل (١٣١).



س١٨٥: ما هي أنواع الظرف المغناطيسي (الظرف عبارة عن قطعة معدنية واحدة أو تسمى لقمة واحدة أو مجموعة من اللقم التي تستخدم للتحضير أو الإمساك بالقطعة المراد الشغل فيها مثل المخرطة والمنجلة وغيرها) وفي ماذا يستخدم الظرف المغناطيسي؟

ج: الظرف المغناطيسي يستخدم بصفة رئيسية في الإمساك بالقطعة المراد الشغل فيها. كما يمكن أيضًا أن يستخدم في المخرطة والمقشطة والقطعة التي يتم الإمساك بها يجب أن تكون لها القدرة على المغنطة.

س١٨٦: ما هي أنواع الظرف المغناطيسي؟

ج: ١- الظرف المغناطيسي الكهربائي.
٢- ظرف المغناطيس الدائم.

والظرف المغناطيسي مشابة في الشكل للظرف المغناطيسي الكهربي ولكنه مغناطيس دائم ولا يحتاج إلى تيار كهربائي عند تشغيله.

س١٨٧: ما هو الكلتش المغناطيسي الكهربي وفي ماذا يستخدم؟

ج: هذا النوع من الكلتش يستخدم في توصيل الأعمدة القائدة والمنقادة لنقل القدرة.

س١٨٨: أذكر ما تعرفه عن القدرة الكهربائية؟

ج: كثير من الآلات الحديثة تدار مباشرة عن طريق الموتورات الكهربائية ويمكن تحديد القدرة المطلوبة للموتور (التي تطابق القدرة الحصانية البيانية للمحرك) وذلك عن

طريق فولتميتر الذي يسجل الفولت الداخل ويكون هناك أيضًا أمبير لكي يسجل شدة التيار بالأمبير.

س١٨٩: ما هي القدرة الحصانية الكهربائية وما هي معادلتها؟

ج: الحصان الميكانيكي = ٧٤٦ وات

ولذلك عندما نريد تحويل الوات إلى حصان ميكانيكي نقوم بقسمة عدد الوات على ٧٤٦ وهكذا نجد أن:

القدرة الحصانية الكهربائية (E.H.P) = عدد الوات ÷ ٧٤٦

أي = (الأمبير × الفولت) ÷ ٧٤٦

س١٩٠: ما هي العلاقة ين الكيلووات والحصان الميكانيكي؟

ج: لتحديد القدرة الكبيرة يتم استخدام الكيلووات بدلاً من الوحدة الصغيرة الوات

والكيلووات = ١٠٠٠ وات ورمز الكيلووات هو (KW)

أي أن الكيلووات = عدد الوات ÷ ١٠٠٠ = (الأمبير × الفولت) ÷ ١٠٠٠

والعلاقة بين الكيلووات والحصان الميكانيكي هي كالآتي:

واحد كيلووات = $\frac{1000}{746}$ = ١,٣٤ حصان ميكانيكي

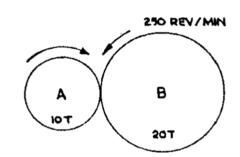
تروس نقل الحركة

س١٩١: كيف يتم نقل الحركة والقدرة؟

ج: يتم نقل الحركة والقدرة بأحد الطرق الأكثر شيوعًا وهي نقل الحركة وإدارة عامود أو آلة من عامود موازي ومن مسافة قريبة وذلك بواسطة سير مسطح أو طوق يجري فوق بكرة. ويصنع السير من الجلد ومن مكونات خاصة متنوعة.

س١٩٢: وضح عمل التروس البسيطة؟

ج: نفترض أن العجلة الترسية A & B في حالة تعشيق كما في شكل (٥)



والترسين A & B لهما أسنان متماثلة حيث أن A له ١٠ سن وB ٢٠ سن. نفترض أن تلك الأسنان تلف كل واحدة على الأخرى بدون إنزلاق. وإذا جعلنا الترس B يدور في إتجاه عكس عقارب الساعة وبالتالي نجد أن الترس A يدور في إتجاه عقارب الساعة.

الترس A يدور بسرعة ضعف B. حيث عدد أسنان A نصف عدد أسنان B .

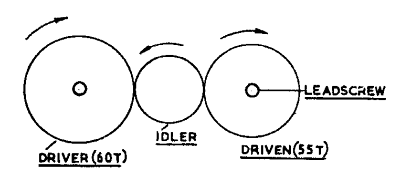
∴ سرعة الترس A= عدد اسنان B ÷ عدد اسنان A × سرعة B.

س١٩٣ : ما هي العلاقة بين عدد الاسنان وسن القلاووظ لكل بوصة؟

ج:إذا كان عامود الآلة وعامود الإدارة يدوران بنفس السرعة فنجد أن اللولب الذي تنتهي مسافته سوف يكون له نفس عدد اللولب لكل بوصة فى عامود الإدارة كما في شكل (٦)

∴ سن القلاووظ لكل بوصة التي تقطع مسافته ÷ سن القلاووظ لكل بوصة لعامو الإدارة

= عدد الأسنان في الترس المنقاد ÷ عدد الأسنان في الترس القائد



شكل (٦)

س١٩٤ : ما هي العلاقة بين عدد الأسنان وترس الإدارة؟

ج: إذا كانت حالة خطوة سن القلاووظ أحادي البدء هي نفسها حالة ترس الإدارة فتكون العلاقة كالآتي:

عامود الإدارة = الخطوة × عدد مرات البدء

إذا كان عامود الآلة وعامود الإدارة يدوران بنفس السرعة فإن سن القلاووظ الذي يقطع مسافته سوف يكون له نفس مسافة عامود الإدارة وعامود الآلة يجب أن يدور بنصف سرعة عامود الإدارة ولذلك فإن الترس القائد يجب أن يكون له ضعف عدد أسنان الترس المنقاد وتكون العلاقة كالآتي:

سن القلاووظ المقطوع مسافته ÷ سن عامود الإدارة

= عدد أسنان الترس القائد ÷ عدد أسنان الترس المنقاد

وهي علاقة تناسبية طردية.

تطبيقات عملية

لمجموعة تروس آلات الرفع

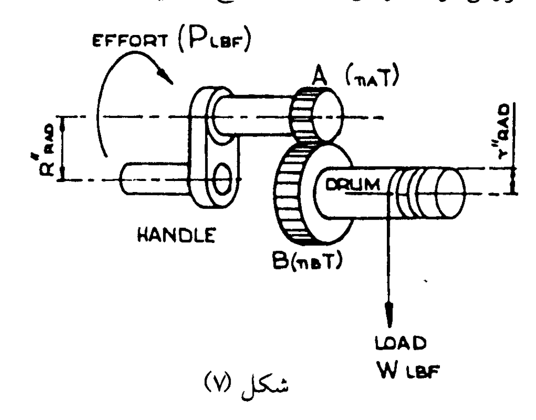
س١٩٥: ما هو عمل مرفاع (ونش) الشراء والبيع الأحادي؟

ج: مرفاع (ونش) الشراء والبيع الأحادي هو آلة لرفع الأحمال المتوسطة الوزن وذلك عن طريق مجهود بسيط.

س١٩٦: ما هو ونش الشراء والبيع المزدوج؟

ج: السرعة النسبية لونش الشراء الأحادي يمكن أن تزيد في حالة زيادة عدد الأسنان في الترس العجلة أو في حالة تقليل عدد الأسنان في ترس البنيون. وهناك إعتبارات عملية كبيرة تحدد عدد الأسنان في الترس العجلة وترس البنيون.

وفي هذه الحالة نستبدل مجموعة التروس البسيطة لونش الشراء الأحادي بمجموعة تروس مركبة لونش الشراء المزدوج كما في شكل (٧)



شكل (٧)

التروس الدودية

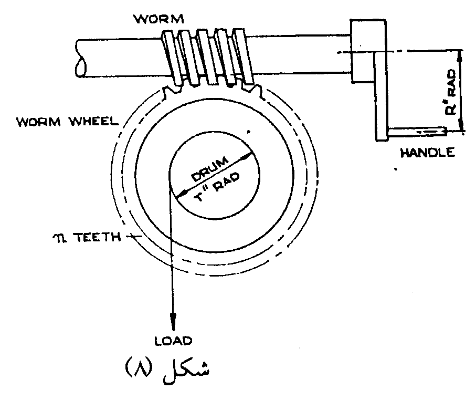
(الترس الدودي والعجلة الدودية)

س١٩٧: كيف تستخدم مجموعة التروس الدودية كآلة رفع؟

ج: بالرجوع إلى شكل (٨) الآتي:

نلاحظ أن دفع العامود الدودي يكون عن طريق أسنان القلاووظ الخاصة به مع أسنان الترس العجلة. وبفرض أن العامود الدودي له سن قلاووظ أحادي والترس العجلة له (n) من الأسنان.

فنلاحظ أنه عند إدارة اليد دورة واحدة (لفة واحدة) ينتج عن ذلك أن خطوة واحدة للعامود الدودي تدخل في تلامس مع خطوة واحدة مماثلة للترس العجلة أي أن عجلة الترس الدودي تلف $\frac{1}{n}$ من اللفة الواحدة.



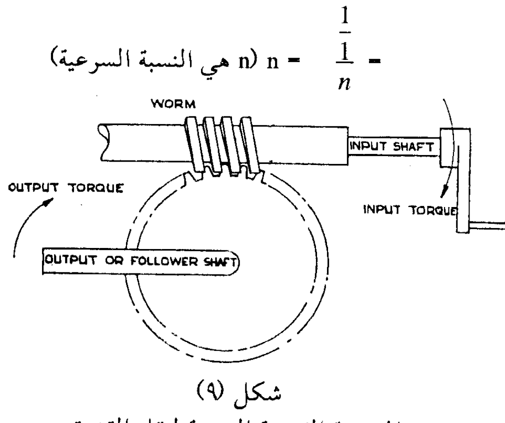
شكل (٨)

س١٩٨: كيف تستنتج النسبة السرعية لمجموعة التروس الدودية الخاصة بنقل القدرة؟

ج: عندما يدور العامود الدودي لفة واحدة (الأحادي البدء) فإن ترس العجلة الدودية يدور $\frac{1}{n}$ من اللفة (شكل ٩)

∴ النسبة السرعية = عدد لفات العامود الدودي ÷ عدد لفات عجلة الترس الدودي

$$= \frac{1}{\frac{1}{n}} = n$$ (n هي النسبة السرعية)

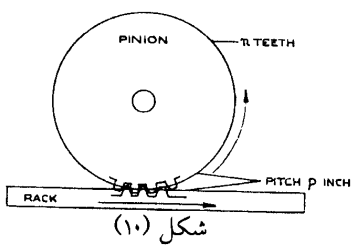


شكل (٩)

المجموعة الترسية الدودية لنقل القدرة

س١٩٩: في ماذا تستخدم مجموعة تروس البنيون والجريدة المسننة؟

ج: آلـية الجريدة المسننة يمكن أستخدامها إما في تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة أو لتحويل الحركة المستقيمة إلى حركة دائرية كما في شكل (١٠)



شكل (١٠)

مجموعة الجريدة المسننة وترس البنيون

تروس التخفيض

س٢٠٠: ما هو الهدف من التروس؟

ج: الغـرض مـن التروس أو العجلات المسننة هو نقل الحركة الدورانية من عمود واحد إلى الآخر الذي يمكن أن يكون له سرعة مختلفة أو إتجاة مختلف للدوران أو كلاهما.

س٢٠١: ما هو تصنيف التروس؟

ج: يمكن تصنيف التروس طبقًا لأوضاع العمود والتي تكون إما متوازية أو متقاطعة أو لا تكون متوازية ولا متقاطعة والتروس اللولبية توصل الأعمدة المتوازية.

س٢٠٢: ما هو استخدام التروس المخروطية واللولبية والدودية؟

ج: التروس المخروطية تستخدم في توصيل الأعمدة المتقاطعة. والتروس اللولبية والدودية تستخدم في توصيل الأعمدة الغير متوازية والغير متقاطعة بالرغم من أن الترس الدودي يستخدم عامة فقط للأعمدة العامودية أو الأعمدة التي على زاوية قائمة كل واحد مع الآخر ولكن لا يكون متوازي أو متقاطع.

س٢٠٣: أذكر تعريف مصطلح السطح الفعال Active Force (AF).

ج: السطح الفعال هو عرض السطح الذي يتلامس فعليًا مع الترس المزاوج.

س٢٠٤: أذكر تعريف مصطلح طرف سن الترس Addendum (A).

ج: طرف سن الترس هو المسافة النصف قطرية أو العامودية بين دائرة الخطوة وأعلى السن.

س٢٠٥: أذكر تعريف مصطلح زاوية اللولب Helix Angle (VH).

ج: زاوية اللولب هي الزاوية بين مماس اللولب وعنصر من الإسطوانة.

س٢٠٦: أذكر تعريف مصطلح زاوية الضغط العادي Normal Pressure Angle (Vnp).

ج: زاوية الضغط العادي هي زاوية الضغط في المستوى العادي لعنصر خط الخطوة.

س٢٠٧: أذكر تعريف مصطلح زاوية الضغط Pressure Angle(VP).

ج: زاوية الضغط هي الزاوية بين مماس جانب السن والخط المتعامد مع سطح الخطوة.

س٢٠٨: أذكر تعريف مصطلح قوس الفعل Arc of Action (AA).

ج: قوس الفعل هو قوس دائرة الخطوة عندما ترتحل السن من لحظة أول تلامس لها مع السن المزاوج حتى ينقطع التلامس مع السن المزاوج.

س٢٠٩: ما هو تعريف قوس الإقتراب Arc of Approach (AAP).

ج: قوس الإقتراب هو قوس دائرة الخطوة الذي ترتحل فيه السن من لحظة أول تلامس لها من السن المزاوج حتى تكون في تلامس عند حد الخطوة.

س٢١٠: أذكر تعريف مصطلح قوس الإنحسار Arc of Recession (AR)

ج: قوس الإنحسار هو قوس دائرة الخطوة والذي ترتحل فيه السن من لحظة تلامسها مع السن المزاوج عند حد الخطوة حتى ينقطع التلامس.

س٢١١: أذكر تعريف مصطلح الخطوة المحورية (AP Axial Pitch.

ج: الخطوة المحورية هي المسافة الموازية لمحور الترس بين أضلاع متناظرة للأسنان المجاورة.

س٢١٢: أذكر تعرف مصطلح السُمْك المحوري (AT Axial Tnickness.

ج: السُمْك المحوري هو المسافة الموازية للمحور بين عنصرين لخط الخطوة لنفس السن.

س٢١٣: أذكر تعريف مصطلح فَوْت (B Backlash.

ج: الفَوْت هو أقصر مسافة بين أسطح سن غير قائد للأسنان المجاورة في التروس المزاوجة.

س٢١٤: أذكر تعريف مصطلح الفَوْت العادي (BN Normal Backlash.

ج: الفَوْت العادي هو الفَوْت الذي يؤخذ في المستوى العادي لعنصر خط الخطوة.

س٢١٥: أذكر تعريف مصطلح القطر الأساسي (BD Base Diameter.

ج: القطر الأساسي هو قطر الدائرة من حيث يبدأ منحني اللولب.

س٢١٦: أذكر تعريف مصطلح الخطوة الأساسية (BP Base Pitch.

ج: الخطوة الأساسية هي خطوة الدائرة التي تؤخذ على محيط الدوائر الأساسية وهي أيضًا المسافة التي تكون على طول خط الفعل بين أثنين متتاليين وجوانب سن اللولب المتناظرة.

س٢١٧: أذكر تعريف مصطلح سمك السن الأساسي (BTT Base Tnickness Tooth.

ج: سمك السن الأساسي هو المسافة التي على الدائرة الأساسية بين منحنيات لولب نفس السن.

س٢١٨: أذكر تعريف سطح القاع (BL Bottom Land.

ج: سطح القاع هو سطح الترس بين الجوانب للأسنان المجاورة.

س٢١٩: أذكر تعريف مصطلح مسافة المركز (CD Center Distance.

ج: مسافة المركز هي أقصر مسافة بين المحاور الغير متقاطعة للتروس المزاوجة.

س٢٢٠: أذكر تعريف مصطلح السمك الوتري(CT chordal Thickness.

ج: السمك الوتري هو طول الوتر المقابل لقوس السمك الدائري.

س٢٢١: أذكر تعريف الخطوة الدائرية (CP Circular Pitch.

ج: الخطوة الدائرية هي المسافة التي على محيط دائرة الخطوة بين النقط المتناظرة للأسنان المجاورة.

س٢٢٢: أذكر تعريف مصطلح السمك الدائري (Circular Thickness (Cth.

ج: السمك الدائري هو سمك السن على دائرة الخطوة.

س٢٢٣: أذكر تعريف مصطلح الخلوص (Clearance (C.

ج: الخلوص هو المسافة النصف قطرية بين أعلى السن وأسفل فراغ السن المزاوج.

س٢٢٤: أذكر تعريف مصطلح نسبة التلامس (Contact Ratio (CR.

ج: نسبة التلامس هي نسبة قوس الفعل إلى الخطوة الدائرية.

س٢٢٥: أذكر تعريف مصطلح جذر السن (Dedendum (D.

ج: جذر السن هو المسافة النصف قطرية أو العمودية بين دائرة الخطوة وأسفل فراغ السن.

س٢٢٦: أذكر تعريف مصطلح الخطوة القطرية (Diametral Pitch (DP.

ج: الخطوة القطرية هي نسبة عدد الأسنان إلى عدد البوصات في قطر الخطوة وهي توضح عدد الأسنان في الترس لكل بوصة من قطر الخطوة.

س٢٢٧: أذكر تعريف مصطلح إرتفاع الوجه (Face Advance (FA.

ج: إرتفاع الوجه هو المسافة على دائرة الخطوة التي ترتحل فيها أسنان الترس حتى الوصول إلى حد الخطوة عند النهاية الأخرى وتستخدم في التروس اللولبية.

س٢٢٨: أذكر تعريف مصطلح عرض الوجه (Face Width (FW.

ج: عرض الوجه هو عرض سطح الخطوة.

س٢٢٩: أذكر تعريف مصطلح نسبة المسننات (Gear Ratio (GR.

ج: نسبة المسننات هي نسبة عدد الأسنان في الأعضاء المزاوجة.

س٢٣٠: أذكر تعريف مصطلح عمق المجرى (Groove Depth (GD.

ج: عمق المجرى هو عمق المجرى الخلوصي بين الملولبات في الترس.

س٢٣١: أذكر تعريف مصطلح التداخل (Interference (I.

ج: التداخل هو التلامس بين الأسنان المزاوجة عند نقطة ما أخرى عن التي على طول خط الفعل.

س٢٣٢: أذكر تعريف مصطلح خط الفعل (Line of Action (LA.

ج: خط الفعل هو تلك الجزء للمماس العام مع الدوائر الأساسية على طول حدوث التلامس بين الملولبات المزاوجة.

س٢٣٣: أذكر تعريف مصطلح خط المراكز (LC) Line of Centers.

ج: خط المراكز هو الخط المستقيم من خلال مركز دوائر خطوة المماس.

س٢٣٤: أذكر تعريف مصطلح المعامل (M) Module.

ج: المعامل هو نسبة قطر الخطوة إلى عدد الأسنان.

س٢٣٥: أذكر تعريف مصطلح الخطوة الدائرية العادية (NCP) Normal Circular Pitch

ج: الخطوة الدائرية العادية هي المسافة الأقصر على سطح الخطوة بين عناصر خط الخطوة المتناظرة للأسنان المجاور.

س٢٣٦: أذكر تعريف مصطلح الخطوة القطرية العادية (NDP) Normal Diametral Pitch.

ج: الخطوة القطرية العادية هي الخطوة القطرية المناظرة للخطوة الدائرية العادية.

س٢٣٧: أذكر تعريف جانبية السن العادية (NTP) Normal Tooth Profile.

ج: جانبية السن العادية هي الخط الخارجي المتكون من تقاطع سطح السن والمستوى العمودي لعنصر خط خطوته.

س٢٣٨: أذكر تعريف مصطلح عدد الأسنان (N) Number of teeth.

ج: عدد الأسنان هو عدد الأسنان أو خطوات الأسنان التي يحتويها الترس.

س٢٣٩: أذكر تعريف مصطلح عدد الأسنان المتلامسة (NTC) Number of teeth in contact.

ج: عدد الأسنان المتلامسة هو عدد تلامسات الجانب في زوج من التروس المزاوجة.

س٢٤٠: أذكر تعريف مصطلح القطر الخارجي (OD) Outside Diameter.

ج: القطر الخارجي هو قطر الدائرة التي تحوي الأطراف العليا للأسنان.

س٢٤١: أذكر تعريف مصطلح دائرة الخطوة (PC) Pitch Circle.

ج: دائرة الخطوة هي الدائرة التي من خلالها يكون مركز حد الخطوة عند محور الترس.

س٢٤٢: أذكر تعريف مصطلح قطر الخطوة (PD) Interference.

ج: قطر الخطوة هو قطر دائرة الخطوة.

س٢٤٣: أذكر تعريف مصطلح حد الخطوة (PP) Pitch Point.

ج: حد الخطوة هو التقاطع بين محاور خط المراكز والمماس العام للدوائر الأساسية.

س٢٤٤: أذكر تعريف مصطلح دائرة الجذر (Root Circle (RC.
ج: دائرة الجذر هي الدائرة التي تحوي الأطراف السفلية لفراغات السن.

س٢٤٥: أذكر تعريف مصطلح قطر الجذر (Root Diameter (RD.
ج: قطر الجذر هو قطر دائرة الجذر.

س٢٤٦: أذكر تعريف مصطلح أسنان اليد اليسرى (Left hand Teeth (Tlh.
ج: أسنان اليد اليسرى هي الأسنان التي تكون ملتوية إتجاة الشمال أو في إتجاة عكس إتجاة عقارب الساعة.

س٢٤٧: أذكر تعريف مصطلح طرف سن الترس الطويل والقصير (Iong and (Tisd .short Addendum
ج: الأسنان تكون لها طرف أطول وذلك لأسنان عضو واحد عن التي على تلك الترس المزاوج.

س٢٤٨: أذكر تعريف مصطلح أسنان اليد اليمنى (Right Hand Teeth (Trh.
ج: أسنان اليد اليمنى هي الأسنان التي تكون ملتوية إتجاة اليمين أو في إتجاة عقارب الساعة.

س٢٤٩: أذكر تعريف مصطلح محمل السن (Tooth Bearing (TB.
ج: تحميل السن هو الجزء من سطح السن الذي يكون في تلامس فعلي.

س٢٥٠: أذكر تعريف مصطلح شطف (Tooth Chamfer (TC.
ج: شطف السن هو الميل بين طرف السن وسطح السن لكسر الحافة الحادة.

س٢٥١: أذكر تعريف مصطلح وجه السن (Tooth Face (TF.
ج: وجه السن هو السطح بين عنصر خط الخطوة والطرف الأعلى للسن.

س٢٥٢: أذكر تعريف مصطلح جانب السن (Tooth Flank (TFL.
ج: جانب السن هو السطح بين عنصر خط الخطوة وسطح القاع.

س٢٥٣: أذكر تعريف سطح السن (Tooth Surface (TS.
ج: سطح السن هو المساحة الكلية وتشمل وجه السن وجانب السن.

س٢٥٤: أذكر تعريف مصطلح سطح القمة (Top Land (TL.
ج: سطح القمة هو سطح قمة السن.

س٢٥٥: أذكر تعريف مصطلح العمق الكلي (Whole Depth (WD.

ج: العمق الكلي هو المسافة النصف قطرية بين الدائرة الخارجية ودائرة الجذر.

س٢٥٦: أذكر تعريف مصطلح عمق التشغيل (Working Depth (EDe.

ج: عمق التشغيل هو العمق الأكبر الذي تكون فيه سن ترس واحد ممتدة داخل فراغ الترس المزاوج.

المواد وخصائصها

س٢٥٧: أذكر ما تعرفه عن إجهاد التشغيل.

ج: عندما يتم شد فعلي لقطعة من المعدن ويستمر هذا الشد حتى يحدث كسر لها فيمكن في هذه الحالة إيجاد الحد الأقصى للمتانة أو قوة شد القطاع بالطن لكل بوصة مربعة لقضيب من المعدن حينما يكون عليه حمل. ولكن إذا إستخدم المعدن في الآلات والإنشاءات فإن الحالة تختلف كثيرًا عن الشد المستخدم بإنتظام.

س٢٥٨: ما هي الاختبارات التي تجري للمواد؟

ج: عند توريد كمية من المواد تجري اختبارات عليها خاصة بالكسر أو التصدع ويجب أن يكون معلومًا عنها البيانات الخاصة بدرجة المطولية للمادة والحد الأقصى لمتانة المادة والحد الأقصى لدرجة الشد الذي يليها بعد ذلك كسر المادة.

إنتاج وخصائص الحديد والصلب

س٢٥٩: أذكر بإختصار ما تعرفه عن إنتاج تماسيح الحديد وخصائصه.

ج: يتم إنتاج هذا النوع من الحديد عن طريق إختزال خام الحديد عند درجة حرارة عالية مع الكربون المتواجد في الفحم أو في فحم الكوك الجيري لتكوين الخبث المنصهر مع المواد الأرضية المختلطة بخام الحديد.

والشكل الأول لتماسيح الحديد المنتجة تستخدم في إنتاج أنواع أخرى من الحديد وتصنيفها يكون رمادي أو أبيض طبقًا لشكلها عندما تنكسر.

ومجموعة الحديد الرمادي تحتوي على أكثر من ٢٪ من الكربون والمنفصل عن الحديد مثل الجرافيت ويستخدم في عمل المصبوبات.

ومجموعة الحديد الأبيض تحتوي على الكربون متحدًا بالحديد ويستخدم بصفة رئيسية في إنتاج الحديد المطاوع والصلب الطري.

س٢٦٠: ما هي طريقة إنتاج الحديد الزهر وما هي خصائصه؟

ج: يتم صهر حديد المصبوبات في أفران تسمى أفران الدست وتستخدم درجات متنوعة من تماسيح الحديد في تناسبات تم إثباتها بالتجربة. والحديد الزهر هش وينكسر من الشد مع إستطالة لا يتم قياسها وله قوة شد بمتوسط ٨ طن/بوصة مربعة ويحتمل أن يكون مسامى ولذلك لا يعتمد عليه بدون معامل أمان عالي. وفي حالة الإنضغاط يكون الحديد الزهر قوي جدًا ويحدث له كسر عند الأتي:

من ٤٠-٥٠ طن/بوصة مربعة.

وإذا تم تبريد المصبوبة بسرعة عن طريق صبها في نموذج تبريد المعدن بالماء فينتج من ذلك مصبوبة مبردة من الحديد الأبيض الصلب.

س٢٦١: ما طريقة عمل المصبوبات القابلة للطرق؟

ج: المصبوبات القابلة للطرق يتم صنعها عن طريق تسخين المصبوبات الحديد لفترات طويلة مع الهيماتيت الأحمر (خام الحديد) في داخل بوتقة محكمة من الهواء أو داخل صندوق. والهيماتيت يزيل بعض الكربون من الحديد الزهر ويجعل المصبوبة في حالة أقوى وتكون أقل هشاشية.

س٢٦٢: ما هي طريقة صنع الحديد المطاوع؟

ج: الحديد المطاوع هو نوع نقي من الحديد المصنوع من الحديد الزهر وذلك عن طريق إزالة الكربون والشوائب الأخرى التي يمكن أن تسبب الهشاشية.

ويتم أولاً صهر تماسيح الحديد ويتم أكسدة المواد الغريبة بواسطة إندفاع الهواء أو عن طريق الإتصال بأكسيدات الحديد التي تمر إلى داخل الخبث.

والحديد المطاوع له قوة شد من ١٦ إلى ٢٤ طن/بوصة مربعة وله مطولية ويمكن لحامه بسهولة.

س٢٦٣: أذكر ما تعرفه عن الحديد الطلب.

ج: الصلب هو إسم يستخدم لأنواع مركبات الحديد مع الكربون والعناصر الأخرى. وأنواع الصلب الطري التي تحتوي على أقل من ٠,٥٪ من الكربون يجب أن يكون له إمتداد كبير يحل محل الحديد المطاوع ويختلف عن كونه منتجًا بشكل سائل أكثر. وفي عملية سيمانز وتسمى عملية القلب المفتوح لعمل الصلب الطري وتماسيح الحديد تكون منصهره وتضاف مع خامات الحديد للتخلص من الكربون والعناصر الأخرى.

ونقـدم كمـية كافية من الكربون وذلك بإضافة سبيكة خاصة من المنجنيز والحديد وتحـتوي علـى الكـربون ويمكـن أن يكـون الكـربون الناتج قليل أو أقل من الحديد المطاوع بينما يكون له قوة شد ومطولية أكبر.

أمـا في عملـية بسمر يتم حرق الكربون والحديد بعيد عن تماسيح الحديد المنصهرة في فـرن خاص يسمى محول بسمر وذلك عن طريق إندفاع تيار هواء من خلال أسفل المحول.

وبعـد ذلـك تـضاف الكمـية اللازمـة من الكربون لسبيكة الحديد والمنجنيز كما يحـدث في عملـية سيمانز. وتعتبر عملية بسمر أسرع بكثير من عملية القلب المفتوح ولكن لا يكون لها تحكم جيد بالمقارنة لإنتاج صلب ذات تكوين معين.

س٢٦٤: أذكر ما تعرفه عن أنواع الصلب الصلدة وفيم يستخدم وما هي خصائصه؟

ج: الـصلب الـذي يـستخدم في القطـع والـيايات والعـدة يـتم صنعه في أغلب الأحيان بطـريقة الـسمنتة وهـي عـبارة عن تسخين قضبان الحديد المطاوع النقي جدًا تسخينًا قـويًا مـع الفحـم النباتـي الـذي يأخـذ منه الحديد الكربون. ويعبأ الفحم النباتي مع الحديـد في أحـواض في الفرن ويتم تغطيتهم بطبقة من أسفل حجر التجليخ وتتكون من تراب الحديد والرمل وهو المخلوط الذي ينصهر جزئيًا ويطرد الهواء.

وتـستغرق العملـية عـدة أيـام ويعتمد ذلك على نوع الصلب المطلوب والنتيجة الـتي تظهـر مـن إجـراء اختـبار الكـسر لقـضبان الصلب المسحوب عندما تتعرض للتـسخين والـصلب المنـتج في هذه الحالة يسمى بالصلب المنفط والقضبان المتقطعة يـتم الطـرق علـيها تـى تلـتحم تمامًا أو يمكـن إنـصهارهم في بوتقة لتكوين صلب مصبوب أكثر إنتظامًا في الشيء.

أمـا قـوة الـشد والمطولـية لأنواع الصلب تختلف كثيرًا طبقًا لكمية الكربون التي تحتويها. وأنواع الصلب الطري لها قوة شد من ٢٦ إلى ٣٦ طن/بوصة مربعة والإستطالة مـن ٢٠ إلى ٣٠٪ وأنـواع الـصلب الصلدة لها قوة شد تصل إلى أكثر من ٧٠ طن/بوصة مربعة وتنكسر مع إستطالة قليلة جدًا.

س٢٦٥: أذكر ما تعرفه عن عملية الصلادة والتطبيع التي تجري على أنواع الصلب.

ج: أنـواع الـصلب الـتي تحتوي على أكثر من حوالي ٠,٥٪ من الكربون يتم صلادتها أي عمـل تـصليد لهـا لتكون صلدة وذلك عن طريق تسخينها حتى يصل لونها إلى لون الكريـز الأحمـر ثم يتم تبريدها بسرعة بعد ذلك عن طريق غمرها داخل ماء أو زيت بـارد والهشاشية الناتجة من هذه المعالجة يتم تقليلها بعد ذلك عن طريق التطبيع الذي هـو عبارة عن إعادة تسخين الصلب إلى درجة حرارة معينة تعتمد على درجة الصلادة أو التطبيع المطلوب.

س٢٦٦: ما هي أنواع الصلب الخاصة التي تختلف عن الأنواع السابقة؟

ج: هناك أنواع أخرى عديدة من الصلب تختلف عن الأنواع السابق ذكرها حيث أنها عبارة عن مركب من الحديد مع عناصر أخرى غير الكربون مثل التنجستن والفاناديوم والنيكل إلى آخره. وهذه الأنواع من الصلب يتم صلادتها أي عمل صلادة لها بطرق تختلف قليلاً عن تلك التي تستخدم للصلب العادي ويكون إستخدامها في أغراض خاصة.

س٢٦٧: أذكر ما تعرفه عن عملية التصليد (الصلادة) بالتغليف.

ج: الصلب الطري والحديد المطاوع لا يمكن تصليدهم بالطريقة المذكورة أعلاه. وفي الحالات التي يتطلب الأمر فيها عمل صلادة للحديد المطاوع والصلب الطري وعلى الأسطح فقط فتستخدم في هذه الحالة طريقة تسمى الصلادة بالتغليف. وهذه العملية تشابه العملية السمنتية والتي يسخن فيها الصلب مع الفحم النباتي أو الجلد أو أي مواد أخرى تحتوي على كربون.

والمواد التي تحتوي على كربون تكون طبقة من الصلب عند السطح الذي يتناسب العمق فيه مع زمن العملية المسموح لها بالإستمرار (نفرض أن العمق حوالي $\frac{1}{8}$ بوصة). وفي الحالات التي تكون فيها الصلادة هي المطلوبة فقط لأن تكون بعمق سطحي في هذه الحالة تسخن مادة الحديد ثم تدعك بعد ذلك مع فيروسيانيد البوتاسيوم والذي يكون طبقة رقيقة جدًا من الصلب الصلد على السطح.

س٢٦٨: أذكر ما تعرفه عن مدى قوة ومتانة وميكانيكية الأخشاب.

ج: مقطع جذع الشجرة يتكون من جزئين الجزء الداخلي والذي يكون لونه غامق أكثر لخشب القلب ويحاط بخشب العصارة والأشجار التي تقطع في الشتاء تعتبر أشجار أكثر قيمة عن تلك التي تقطع في الفصول الأخرى لأن كمية العصارة المتواجدة في الشجر عند قطعة تكون في الحد الأدنى. وعملية تخفيض نسبة الرطوبة هي عبارة عن تجفيف الأشجار عن طريق وسائل طبيعية أو صناعية الغرض منها إزالة العصارة أو الرطوبة من الأشجار. كما أن خشب العصارة ليس له صفة دوام وهو ضعيف ولا يعتمد عليه ولا يجب أبدًا أن يستخدم في الأغراض الإنشائية أما خشب القلب ذات التخفيض الجيد لنسبة الرطوبة يجب أن يستخدم في جميع الأغراض.

س٢٦٩: ما هو تصنيف الأخشاب وما تقسيمها؟

ج: تصنف وتقسم الأخشاب إلى أخشاب صلدة وأخشاب رخوه:

الأخشاب الصلدة تشمل أخشاب البلوط وأخشاب لسان العصافير وخشب الزان وخشب الدردار (البق) وخشب الماهوجني وخشب القلب الأخضر وخشب الدلب الهندي (الساج) وخشب الأبنوس.

الأخشاب الرخوة فتشمل جميع أخشاب الصنوبر والتنوب.

وخصائص خشب الأشجار يتم تحديدها طبقًا للغرض الذي من أجله سيستخدم هذا الخشب ومدى ملائمته له.

وخشب الأشجار المبلل جدًا (الذي يقطع حديثًا) يكون له تقريبًا نصف ما لدية من الحد الأقصى للمتانة أما في عملية التجفيف فإن متانته تبدأ في الإرتفاع عندما يكون مستوى الرطوبة المتواجدة أقل من ٦٠٪ من وزن خشب الأشجار الجاف وترتفع متانته بإنتظام مع إنخفاض الرطوبة والحد الأقصى للمتانة عندما تكون فقط ٤٪ من وزن رطوبتها المتبقى.

س٢٧٠: أذكر قياسات شدة التماسك ومعامل يونج لأخشاب البلوط ولسان العصفور وخشب الدردار (البق) والدلب الهندي (الساج) وخشب الصنوبر الأصفر والصنوبر الأحمر وخشب الراتينج.

ج: الجدول الآتي يوضح درجة التماسك ومعامل يونج لأنواع الخشب:

أنواع الخشب	شدة التماسك طن/بوصة مربعة	معامل يونج (E) طن/بوصة مربعة
البلوط (البريطاني)	من٤ إلى٨	٦٥٠
لسان العصافير	من٢ إلى٧	٧٠٠
خشب الدردار (البق)	من٢ إلى٦	٥٠٠
الدلب الهندي	من٢ إلى٧	١٠٠٠
الصنوبر الأصفر	من١ إلى٢	٧٠٠
الصنوبر الأحمر	من٢ إلى٦	٧٠٠
خشب الراتينج	من٢ إلى٣	٧٠٠

س٢٧١: أذكر ما تعرفه عن قوة أو متانة الحجر وما هي خصائصه؟

ج: تخضع قوة أو متانة الحجر لإجهاد الهصر (التكسير) كما هو معتاد في المباني ويختلف بدرجة كبيرة مع خاصية الحجر فنجد أن حجر الجرانيت غالبًا يكون له متانة قدرها ١٥٠٠ طن/ قدم مربع بينما الحجر الرملي والأنواع الأضعف من الحجر الجيري يمكن أن يكون لها فقط حوالي $\frac{1}{4}$ أو $\frac{1}{5}$ متانة الهصر (التكسير).

ما عدا الإنشاءات الطويلة جدًا فيكون إختيار حجر البناء عامة له صفة التحمل والشكل فضلاً عن متانته.

س٢٧٢: ما هي خصائص قالب الطوب من حيث المتانة وطريقة تصنيعه؟

ج: متانة قوالب الطوب تختلف بدرجة كبيرة بالنسبة لمكون الصلصال ومن أي مصدر تم تصنيعها أي طريقة الصنع وعوامل أخرى. ومتوسط متانة قالب الطوب بصفة عامة

يكون حوالي ١٥٠ طن/قدم مربع وقوالب الطوب الأسمنتية لها حوالي ٤٠٠ طن/قدم مربع.

س٢٧٣: كيف يتم صنع الحجر الجيري وما هي مكوناته؟

ج: يصنع الجير عادة بواسطة التحميص أو التكليس للحجر الجيري أو الطباشير في قمينة الحجر الجيري. ويتكون الحجر الجيري من كربونات الكالسيوم مع بعض الألومينا (الصلصال) والسيليكا وعملية التكليس تطرد الرطوبة وحامض الكربونيك وتترك الجير. وعندما يرش الجير بالماء فيتحول إلى مسحوق يسمى الجير المطفأ ويفقد حرارته إلى الخارج.

س٢٧٤: أذكر ما تعرفه عن الأسمنت وما هي طريقة تصنيعه؟

ج: يصنع الأسمنت الروماني بواسطة تكليس كتل صغيرة متواجدة في الصلصال وتعرف باسم الأسمنت الطبيعي وعندما يتم خلطها بالماء نجدها تتماسك بسرعة ولكنها ليست قوية وفي الأعمال الهندسية يتم استبداله بأسمنت بورتلاند.

وأسمنت بورتلاند يستخدمه على نطاق واسع المهندس وعامل البناء وطريقة تصنيعه هي خلط ٣ أجزاء من الطباشير مع جزء واحد من الصلصال وبعد ذلك يتم تحميص المنتج أو تكليسه ثم يتم طحنه بعد ذلك إلى مسحوق ناعم. وإتمام عملية الطحن هو عنصر هام جدًا في صناعة هذا الأسمنت. وعندما يتم خلط هذا الأسمنت بالماء نجده يتحد كيميائيًا بكمية معينه ثم يتماسك ويصبح كتلة صلبة ولا يستطيع أن يتغلغل فيه الماء. وفي حالة عمل خلطة البناء (المونة) يضاف غالبًا رمل إلى الأسمنت وتتحد المتانة أو القوة للبناء في هذه الحالة بنسبة الرمل التي تضاف.

س٢٧٥: أشرح معنى الإنفعال والمرونة.

ج: جميع المواد تتكون من ذرات وتتماسك هذه الذرات كل واحدة مع الأخرى بواسطة القوى الذرية الداخلية. وعندما تتغير الحالة الطبيعية لتلك الذرات عن طريق أي قوة مؤثرة ثم تميل بعد ذلك لأن تعود لأوضاعها الطبيعية فيقال في هذه الحالة أن المادة في حالة إنفعال. وتبذل قوة مضادة نتيجة للإنفعال. وخاصية المادة التي تتسبب في إستعادة شكلها الأصلي تعرف بالمرونة. ومن خلال حدود معينة فإن جميع المواد تكون مرنة.

س٢٧٦: عرف ما هو الحد المرن؟

ج: يعرف الحد المرن بأنه هو الإجهاد الأقصى والذي يمكن أن تخضع له المادة بدون أن تسبب تشوه دائم لها.

س٢٧٧: عرف ما هو معامل المرونة؟

ج: معامـل المـرونة هـو قـياس درجـة تشوه المادة تحت تأثير الإجهاد. ويمكن إيجاده: بقسمة وحـدة الإجهاد المستخدمة للمادة على التشوة لكل وحدة منتجة بواسطة تلك الإجهاد وبعبارة أخرى:

معامل المرونة = الأجهاد ÷ الأنفعال

س٢٧٨: أذكر مثال عددي لقيمة معامل المرونة؟

ج: إذا كانـت هـناك قوة قدرها ٢٥٠٠٠ رطل/بوصة مربعة على ذراع حديد مساحة مقطعه ٥ بوصـة وتـزيد مـن طـول الـذراع ٠,٠١٠ بوصة أو ٠,٠٠٢ بوصة لكل بوصة من الطول فيمكن إيجاد معامل المرونة كالآتي:

معامل المرونة = الأجهاد ÷ الأنفعال

$$\text{معامل المرونة} = \frac{25000}{0.002} = ١٢٥٠٠٠٠٠$$

س٢٧٩: عرف الإجهاد

ج: الإجهـاد هو القوة الداخلية في المادة التي تميل لمقاومة التشوة عندما تبذل قوة على المادة وعـادة تقـاس هذه القوة بالأرطال/البوصة المربعة حيث أن الإجهاد يمكن أيضًا إعتباره قوة خارجية مؤثرة على المادة.

س٢٨٠: ما هي الأقسام الخمسة التي يصنف إليها الإجهاد؟

ج: ينقسم الإجهاد عادة إلى خمسة أنواع وهـم كالآتي:

١- النوع الذي يقاوم القوة التي جذب المادة بعيدًا وتسمى بقوة الشد.
٢- الـنوع الـذي قاوم القوة التي تميل إلى سحق أو كسر أو إنضغاط المادة في إتجاة طولها وتسمى بالإنضغاط.
٣- الـنوع الـذي يقـاوم القـوة الـتي تمـيل إلى ثـني المـادة وتسمى الإنحناء أو القوة العرضية.
٤- النوع الذي يقاوم القوة التي تميل إلى شطر المادة إلى جزئين وتسمى القص.
٥- الـنوع الـذي يقـاوم القـوة الـتي تمـيل لإحـداث إلـتواء للمـادة مثل المحور أو القلاووظ وتسمى اللي.

س٢٨١: أذكر أمثلة للأجزاء التي تخضع لأنواع الإجهاد السابقة؟

ج: ذراع المكـبس في المضخة الترددية يخضع لكل من الشد والإنضغاط والعتب الأقصى يخضع لإنحناء ومسامير التثبيت في الألواح تخضع للقص.

س٢٨٢: عرف قوة الشد.

ج: قـوة الـشد لمادة تكون مساوية لكمية القوة التي تعمل بإنتظام في خط مستقيم مع خط محـور مركـز المـادة تكـون كافـية للـتغلب على جزئيات المادة وتجذبها في شكل جزئين منفصلين.

س٢٨٣: أذكر قيمة الشد لأنواع مختلفة من الصلب.

ج:

صلب الإنشاء	٥٠٠٠٠–٩٥٠٠٠	رطل/بوصة مربعة
صلب الإنشاء للسفن	٦٠٠٠٠–٧٠٠٠٠	رطل/بوصة مربعة
صلب الرتنام وصلب الثني على البارد	٥٥٠٠٠–٦٥٠٠٠	رطل/بوصة مربعة
مصبوبة صلب السبيكة الإنشائي	٧٥٠٠٠–١٥٠٠٠٠	رطل/بوصة مربعة
مصبوبات الصلب الكربوني	٦٠٠٠٠–٨٠٠٠٠	رطل/بوصة مربعة
مصبوبات صلب النيكل وصلب السبائك	٦٠٠٠٠–٩٠٠٠٠	رطل/بوصة مربعة

س٢٨٤: إشرح معنى نقطة الخضوع.

ج: عـندما يؤثـر حمـل في بعـض المـواد المطيلـية في خـط مـستقيم مع محور مركز المادة فإن الدرجـة الـتي تـصل إلـيها المادة وتستمر في الإستطالة بدون أي زيادة في الحمل المؤثر فتسمى هذه الدرجة بنقطة خضوع المادة.

س٢٨٥: ما هو الحد الأقصى لقوة الشد؟

ج: عـندما تكـون المـادة تحت تأثير الشد فإن النقطة التي تصل إليها المادة عند زيادة الحمل المؤثر عليها هذه النقطة تسمى نقطة الخضوع.

والإجهـاد وتـشوة الـوحدة سـوف يـزيد حتى الوصول إلى السعة النهائية للحمل المؤثر على المادة وهذا الحد يطلق عليه الحد الأقصى لمتانة أو قوة المادة.

س٢٨٦: عرف قوة القص.

ج: قـوة القـص لمـادة هـي مكافـئ القـوة الـتي إذا أثرت بإنتظام عند زوايا قائمة للمحور المركزي للجزء تكون كافية لقص المادة إلى جزئين.

س٢٨٧: عرف مطيلية أو مطولية المادة.

ج: مطيلـية المـادة هـي الخاصـية الـتي تجعلـها في حالـة امتداد بعد أن يكون تم سحبها إلى الخارج بواسطة قوة الشد. وكلما زاد الامتداد بقدر الإمكان كلما زادت مطولية المادة.

س٢٨٨: عرف قابلية الطرق للمادة.

ج: المـادة القابلـة للطـرق تتناسـب مع الدرجة التي يمكن أن تطرق بها أو تتلحرج بها أو تتشكل بها بدون كسر.

س٢٨٩: عرف قابلية اللحام للمادة.

ج: المادة تكون قابلة للحام عندما يكون قطعتين من هذه المادة في إستطاعتها أن يتحدان أو يتصلان ببعضهما بواسطة اللحام التشكيلي أو بأي عمليات لحام أخرى.

س٢٩٠: عرف متانة المادة.

ج: المتانة هي درجة قياس المادة من حيث التشغيل والإنحناء أو أي حمل آخر وتستطيع المادة أن تتحمل كل ذلك دون أن يحدث تلف في إنشائها.

س٢٩١: عرف الموصيلية الحرارية (درجة التوصيل الحراري).

ج: الموصلية الحرارية أو درجة التوصيل الحراري هي قياس قدرة المادة من حيث توصيلها للحرارة وذلك يشابة الموصلية الكهربائية للمادة فهي قياس قدرة المادة من توصيلها للكهرباء.

س٢٩٢: عرف معامل التمدد.

ج: معامل التمدد لمادة هو قياس كيمة التمدد الخطي المستقيم الذي يحدث لكل درجة من تغير درجة الحرارة.

س٢٩٣: عرف ما المقصود بصلادة المادة؟

ج: صلادة المادة هي قياس يستخدم على وجه الخصوص في حالة الصلب وذلك لتحديد المتانة والمطولية وقابلية الطرق إلى آخره. ويمكن اعتبار الصلاده بأنها هي قياس قدرة المادة على مقاومة النقر والخدش أو أي شكل آخر من الإختراق بواسطة مادة أخرى. ودرجة الصلادة هي عامل هام في صلب العدة.

س٢٩٤: إشرح طريقة برينل لاختبار الصلادة.

ج: في طريقة برينل لاختبار الصلادة يتم كبس كرة مصلدة من الصلب في سطح عدل داخل جهاز عينة الاختبار وهكذا يحدث تغير طفيف في شكل العينة. ثم نجعل ضغط قدره ٥٠٠ كيلوجرام يؤثر على الكرةالمخصصة لاختبار المعادن الخفيفة و٣٠٠٠ كيلوجرام لاختبار المعادن الأكثر صلادة ويستمر الضغط على الكرة لمدة ٥ دقائق. وبعد إيجاد المساحة الهامشية التي طرأت نقوم بقسمة الضغط المستخدم على هذه المساحة للحصول على رقم برينيل للصلادة.

س٢٩٥: إشرح طريقة إسكليروسكوب لاختبار الصلادة.

ج: طريقة إسكليروسكوب لاختبار الصلادة هي عبارة عن أنبوبة زجاجية رأسية والتي توجه إليها مطرقة صلب مصلدة على شكل إسطوانة تنزلق بحرية. وتوضع الأنبوبة في مكان عينة الاختبار ثم تسقط المطرقة على الأنبوبة من إرتفاع حوالي ١٠ بوصة وإرتفاح الإرتداد يقاس في إتجاه تدرجات الأنبوبة التي تكون مقسمة إلى ١٤٠ جزء

وأعلى رقم على التدريج ترتد إليه المطرقة وهذا الرقم يكون هو رقم أسكليروسكوب للصلادة.

س٢٩٦: أذكر رقم الصلادة لكل من الزجاج والصلب الطري والحديد المطاوع والنحاس الأصفر والرصاص.

ج:

رقم صلادة الزجاج	١٣٠
رقم صلادة الصلب الطري	٢٦-٣٠
رقم صلادة الحديد المطاوع	١٨
رقم صلادة النحاس الأصفر	١٢
رقم صلادة الرصاص	٢

س٢٩٧: أذكر معادلة التحويل من رقم صلادة أسكليروسكوب على رقم برينل للصلادة.

ج: المعادلة هي:

$$B = ٥,٥ S - ٢٨$$

حيث أن:

B = رقم برينيل للصلادة

S = رقم أسكليروسكوب للصلادة

س٢٩٨: إشرح معنى التعب أو الكلل للمادة.

ج: التعب أو الكلل هو المصطلح الذي يطلق على المواد بعد أن تفقد هذه المواد جزء من قدرتها على مقاومة الكسر نتيجة الاستخدام المتكرر للقوى.

وبعبارة أخرى يمكن أن نقول بأن قطعة من المعدن قد حدث لها تعب أو كلل وذلك عند حدوث كسر مفاجئ لها. ومثال ذلك هو حدوث ثني أو إنحناء متكرر عدة مرات عند نقطة واحدة.

س٢٩٩: ما هي هشاشية المواد؟

ج: المواد الهشة هي تلك المواد التي تنكسر تحت تأثير حمل بعد حدوث تشوة خفيف فقط. والهشاشية تكون نسبية فقط حيث أنه ليس هناك مادة من غير أن يكون لها درجة من المرونة.

س٣٠٠: ما هي المواد التي تمثل أفضل أمثلة للمواد الهشة؟

ج: المواد التي هي أفضل أمثلة للمواد الهشة هي الطوب والزجاج.

س٣٠١: ما معنى مصطلح الزحف للمواد؟

ج: الزحف هو الحركة الغير مرنة في المعادن وهو مشابة للسريان الذي يحدث للزبد والبرافين عند درجات الحرارة المتواضعة عندما تكون تحت تأثير قوة بسيطة. وعمليًا نجد أن جميع المعادن يحدث لها زحف تحت تأثير الحالات القائمة عندما يكون هناك إرتفاع في درجة الحرارة أي حينما تكون درجة الحرارة عالية ويحدث نسبيًا تحت تأثير الإجهادات الصغيرة والعكس صحيح.

س٣٠٢: ما هو معامل الأمان وكيف يمكن إيجادة؟

ج: معامل أمان المادة يمكن إيجاده عن طريق قسمة قوة كسرة على الإجهاد المسموح به الذي يقع عليها.

ويعبارة أخرى: معامل الأمان يوضح ما هو المدى الأكبر لمتانة المادة التي يجب أن تكون أكبر من القوة المستخدمة لهذه المادة.

س٣٠٣: أذكر معامل الأمان للحديد الزهر والصلب المصلد؟

ج: معامل الأمان للحديد الزهر يعتمد على كيفية وأين يستخدم. ومعامل الأمان للحديد الزهر من ٦ إلى ٢٠ ومعامل الأمان للصلب المصلد هو من ٥ إلى ١٥.

س٣٠٤: ما هي الأحمال الإستاتيكية وأحمال الطاقة؟

ج: الأحمال الناتجة من الإجهاد التي تستخدم تدريجيًا وذات الزمن القليل تسمى أحمال إستاتيكية أو أحمال ميتة. والأحمال المستخدمة فجأة مثل الكتلة التي تعلق بسرعة في قضيب والأحمال المستخدمة في حالة الحركة تسمى أحمال طاقة أو أحمال حركة. والتأثير الإبتدائي لحمل الحركة هو حدوث إجهاد أعلى بكثير من تلك الحمل الذي يحدث من الحمل الميت.

المعادن ومواد تكوينها

س٣٠٥: ما معنى مصطلح الصلب الكهربي؟

ج: مصطلح الصلب الكهربي يرجع بصفة مبدئية إلى الصلب الذي يصنع في الفرن الكهربي أو في الفرن الذي يتم تسخين الشحنة فيه كهربيًا. وهذه تستخدم بصفة رئيسية في صنع الصلب السبائكي أنواع الصلب الخاصة.

س٣٠٦: أذكر ما تعرفه عن معدن النحاس.

ج: معدن النحاس في المرتبة التالية للحديد والصلب من حيث الأهمية التجارية وذلك نتيجة لموصلية الكهربائية وقدرته على تكوين العديد من السبائك المستخدمة. وقد

وجد أنه موزع بطريقة شاسعة في جميع أنحاء العالم. وبسبب أن معظم الخامات مفتقرة في النحاس الذي تحتوية وتستخدم طرق عديدة لإستخلاص النحاس من خاماته.

س٣٠٧: ما هي طريقة استخلاص النحاس من خاماته؟

ج: يتم صهر المركزات إما في الفرن العالي أو في الفرن العاكس والذي يستخدم على نطاق واسع هو الفرن العاكس خاصة مع المركزات الدقيقة جدًا.

والمنتج من هذه الأفران هو نحاس غير نقي ولكنه محلول سائل من كبريتيدات النحاس والحديد. وهذا يسمى مخلوط كبريتيدي. والذي يؤخذ من الفرن ويتم شحنه إلى داخل المحولات شبيهة جدًا لمحول بسمر بإستثناء الهواء الذي يطرد من خلال هذه المحولات ويدخل عند الجانب بالقرب من القاع بدلاً من أن يدخل مباشرة إلى القاع.

س٣٠٨: في ماذا تستخدم الأفران العاكسة وما طريقة عملها لإستخلاص النحاس؟

ج: تستخدم الأفران العاكسة في عملية التكرير حيث يتم شحن الخليط المنصهر إلى داخلها ويمرر فوقها تيار الهواء الساخن وذلك لإزالة أي آثار كبريتيدية. ثم يوضع بعد ذلك الفحم المسحوق أو الفحم النباتي في الفرن في أعلى المعدن المنصهر ويعمل على إستبعاد الأكسيدات. وبعد عملية التكرير يتم صب المعدن المنصهر داخل خنازير (كتل من المعدن الخام المصبوب) أو أنودات (جميع أنود وهو المصعد ـ قطب موجب) تحتوي على ٩٩٪ نحاس نقي.

س٣٠٩: ما الذي يتم عملة في حالة ما إذا كان مطلوب تكرير أكثر لإستخلاص النحاس؟

ج: إذا كان مطلوب عملية تكرير أكثر كما يحدث في الصناعة الكهربائية فيتم تعليق الأنودات في محلول كبريتات النحاس الحمضية وبواسطة التحليل الكهربي للنحاس الأسفنجي نجده يترسب على الكاثودات (جمع كاثود وهو المهبط أي القطب السالب). وتستقر الشوائب في قاع الصهريج وتعتبر رواسب والتي بدورها يتم معالجتها لإستخلاص أي كمية من الذهب والفضة يمكن أن تحتويها هذه الرواسب. والنحاس الأسفنجي المترسب على الكاثودات أي المهابط يعاد صهره مرة أخرى لتكوين ما يسمى بالنحاس الكاثودي والذي يكون في معظم الأحيان نحاس نقي ١٠٠٪.

س٣١٠: ما هي المصادر الرئيسية لمعدن الزنك وما هي طريقة تحضيرة؟

ج: المصادر الرئيسية للزنك هي الخامات التي تعرف بصفة عامة باسم مخلوطات الزنك. يتم تحويل هذه المخلوطات إلى أكسيدات بواسطة التحميص (التسخين داخل الفرن) وهذه الأكسيدات تتحد مع الكربون ثم تسخن في معوجات (أواني خاصة

بالتسخين) وذلك لتكوين الزنك المعدني وفي أثناء برنامج عملية التخفيض نجد أن بعض الزنك المعدني يتبخر ويمر خارج المعوجة مع بعض من أول أكسيد الكربون ويتجمع هذا في مكثفات بعد أن يتم صبها في نماذج وحصيلة المنتج تسمى الزنك التجاري (وهو زنك أقل من ٩٩٦٪ في النقاوة).

والزنك التجاري يتم خلطة بالعناصر الأخرى وبصفة رئيسية النحاس ويستخدم في السبائك (مثل سبيكة النحاس والزنك).

س٣١١: ما هي صفات الزنك النقي؟

ج: الزنك النقي لونه يكون أبيض مائل إلى الزرقة وذات مطولية وقابل للطرق. وعندما يكون الزنك في حالة إنصهار فإنه يتطاير ويحترق في الهواء مع صعود أدخنة بيضاء مائلة إلى الزرقة. وعمليًا لا يسبب تآكل كيميائي في الهواء نتيجة للطبقة الرقيقة المتكونة على سطحه.

س٣١٢: ما هي استخدامات الزنك؟

ج: يستخدم الزنك بصفة رئيسية في تغطية ألواح الحديد بواسطة عملية تسمى الجلفنة (طلاء جلفاني بالكهرباء). ويستخدم الزنك في صناعة النحاس الأصفر والسبائك الأخرى.

س٣١٣: كيف يتم الحصول على الألومنيوم؟

ج: يتم الحصول على الألومنيوم بصفة رئيسية من خام البوكسيت الذي يتواجد في الجنوب الشرقي لأوروبا وفي فرنسا والولايات المتحدة. ومثل العديد من الخامات والخامات الأولية الأخرى حيث يتم الحصول منها على المعادن ذات القيمة يتم تكرير البوكسيت لتحرير الألومنيوم الذي تحتويه هذه الخامات من الشوائب الأخرى.

س٣١٤: أوصف طريقة الحصول على الألومنيوم تجاريًا.

ج: يتم الحصول على الألومينوم تجاريًا بواسطة عدة طرق مختلفة والطريقة المستخدمة تكون معتمدة على طبيعة الشوائب المتواجدة في الخام. والألومنيوم النقي هو الأخف من جميع المعادن المستخدمة ما عدا المغناسيوم ولونه مائل إلى البياض مع الزرقة وناعم وذات مطولية وذات قابلية للطرق.

س٣١٥: في ماذا يستخدم الألومنيوم التجاري؟

ج: الألومنيوم التجاري له إستخدامات عديلة في الصناعة على هيئة ألواح ومواسير وأشكال آخرى ويستخدم على نطاق واسع في إستخدامات المطبخ. والألومنيوم الذي في شكل سبائك الألمونيوم يستخدم على نطاق واسع في الطائرة وقطع غيار السيارة.

س٣١٦: أذكر ما تعرفه عن معدن دو Dow metal.

ج: معـدن دو هـو سـبيكة مـن الألومنـيوم والمغنـسيوم وهي تستخدم تجاريًا في قطع غيار السيارات مـثل المكـابس (البـساتم). والمغنيـسيوم هـو الأخف في المعادن المستخدمة ولـونه أبـيض فـضي لامـع ويكـون علـى شـكل مـسحوق أو شـرائط ويستخدم في الوميض وأضواء الإشارة.

س٣١٧: ما هو معدن مونيل K وما هي مركباته؟

ج: مونـيل K هـو سـبيكة معـدن مونـيل الـتي تحـتوي علـى ٦٧٪ نيكل و٢٩٪ نحاس أحمر. ومعـدن مونـيل العـادي توجـد به كمية صغيرة من الحديد متحدة مع ٦٨٪ من النيكل و٢٧٪ نحاس.

س٣١٨: ما هي استخدامات معدن مونيل K؟

ج: يـستخدم معـدن مونـيل K عـندما يـتطلب الأمر مقاومة التآكل الكيميائي والصلادة وخـصائص ميكانيكـية جـيدة وهو يستخدم في أعمدة المضخة الطاردة المركزية للمياه المالحـة والـرولمانات بلـي الـتي تـستخدم في محـيط المـياه المالحـة وريـش التوربينة وفي الأمـاكن الـتي تحـتاج معـدن غـير مغناطيـسي فهـو يستخدم بالقوب من البوصلة في السفن.

س٣١٩: أين يتواجد معدن الرصاص وكيف يتم الحصول عليه؟

ج: يـتواجد الرصـاص بـصفة رئيـسية في خـام يعـرف باسـم جالينا (كبريتيد الرصاص) ويـتواجد بـصفة عامة في جميع أنحاء العالم. وللحصول على الرصاص النقي نسبيًا من خـام جاليـنا فيـى هـذه الحالـة يخـضع الخـام لعملـيات التحـميص والتكريـر لإزالة الـشوائب منها. والمنتج يعرف باسم سبيكة الرصاص والتي يزال يتواجد بها شوائب أخرى غير التي تم إزالتها في العمليات الأولى.

س٣٢٠: ما هي خصائص الرصاص وفي ماذا يستخدم؟

ج: مـن خـصائص الرصـاص أنه ناعم وضعيف وقابل للطرق ولكن له مطولية بسيطة. وإسـتخداماته الرئيـسية هـي ألواح بطاريات التخزين وتغطية الكابلات الكهربائية ويـستخدم الرصـاص الأبـيض والأحمـر في الـدهانات وفي حروف الطباعة (رصاص وأنتيمون وقصدير) وفي اللحام والأنواع المختلفة لمعادن كرسي التحميل.

س٣٢١: أين يتواجد معدن القصدير وكيف يستخلص من الخام الخاص به؟

ج: يـتواجد القـصدير علـى شـكل خام وبصفة رئيسية في الجزر التي يكون موقعها شرق سـومطره. ولتخلـيص الخـام مـن الشوائب المتواجدة به يتم عمل تحميص له أولاً ثم

يكرر بعد ذلك بعدة طرق مختلفة نحصل بعدها على معدن نقي تجاريًا ويعرف بصفة عامة بقصدير Banica.

س٣٢٢: ما هي خصائص القصدير وما هي إستخداماته؟

ج: القصدير لونه أبيض وبراق وناعم وقابل للطرق. ويستخدم بصفة رئيسية في تغطية ألواح الحديد وتسمى بألواح القصدير ويستخدم في عمل السبائك مع المعادن الأخرى.

س٣٢٣: أذكر خصائص الأنتيمون وكيف يتم الحصول عليه؟

ج: الأنتيمون يكون هش وهو عنصر أبيض مائل إلى الزرقة ذات طبيعة كريستالية عالية. وطريقة الحصول عليه تجاريًا في حالة نقية نسبيًا بعد أن يتم إخضاع الخام إلى عملية التحميص والتكرير. ويتم حرقه بحرية في الهواء مع لهب أبيض مائل إلى الزرقة وإستخداماته الرئيسية في صناعة السبائك التي تستخدم لحروف الطباعة وفي أنواع معينة لمعدن كرسي التحميل.

س٣٢٤: أذكر ما تعرفه عن معدن المنجنيز؟

ج: لا يستخدم المنجنيز النقي كما هو تجاريًا ولكنه يستخدم بصفة رئيسية كسبيكة من الصلب لإعطاء متانة ومقاومة ضد التآكل، ويتواجد المنجنيز في خامات مختلفة ومصادره الرئيسية تكون في روسيا. والمعدن النقي كيميائيًا يكون لونه رمادي مع لون مائل للأحمرار خفيف، والمنجنيز هش وأكثر صلادة من الحديد ولإستخدامات أخرى يكون المنجنيز مع البرونز.

س٣٢٥: أين يتواجد معدن الكادميوم وكيف يتم الحصول عليه تجاريًا؟

ج: يتواجد الكادميوم عامة في خامات الزنك ومخلوط الزنك. ونادرًا ما يكون العنصر الأساسي لخام ما أو في حالة منفردة. ويتم الحصول عليه تجاريًا من عملية تكرير مخلوطات الزنك. وهو معدن براق (لامع) ولونه أبيض مائل إلى الزرقة مع تموج ليفي.

س٣٢٦: ما هي الاستخدامات الرئيسية للكادميوم؟

ج: يستخدم الكادميوم بصفة رئيسية في التغطية وفي السبائك الخاصة بأوعية الصهر في المرشات الأوتوماتيكية وطبات الإنصهار الأمان الخاصة بالغلايات وفي بعض أنواع اللحام والتي يحل الكادميوم فيها محل الزنك.

س٣٢٧: أين يتواجد الزئبق وما هي طريقة الحصول عليه؟

ج: يتواجد الزئبق بصفة رئيسية في خام زنجفر (كبريتيد الزئبقيك) ومكان تواجده الرئيسي في أسبانيا وبيرو واليابان والصين والولايات المتحدة في كاليفورنيا وفي دول أخرى نجده يتواجد على طول خطوط النشاط البركاني. والمعدن النقي هو المعدن

الوحيد الذي يكون سائل في الأحوال العادية. وللحصول عليه من أجل الاستخدام التجاري يتم إخضاع خام زنجفر (كبريتيد الزئبق) لطرق تكرير معينة لإزالة الشوائب وله استخدامات عديدة في الصناعة وفي الطب.

س٣٢٨: أذكر ما تعرفه عن معدن البلاتين؟

ج: البلاتين هو معدن ثمين من الصلب الرمادي وهذا المعدن يكون قابل للطرق ومطولي جدًا وأينما يكون متواجدًا في حالة معدنية في الرمال والحصى نجده يكون مرتبطًا بمعادن أخرى وخامات معدنية أخرى مثل الذهب والكروم.

س٣٢٩: ما هي الاستخدامات الرئيسية للبلاتين؟

ج: الاستخدامات الرئيسية للبلاتين هي صناعة السلك البلاتيني ويستخدم البلاتين في المجوهرات والحلي وفي الأضواء المتوهجة وفي صناعة الأسنان.

س٣٣٠: أذكر طريقة تواجد معدن النيكل وما هي صفاته؟

ج: تواجد النيكل عادة يكون مرتبطًا بعنصر الكوبالت ومصدره الرئيسي كندا ويتم فصل النيكل من الخام الذي يمكن إيجاده بطرق مختلفة بعمليات التكرير والعمليات الكيميائية. وغالبًا يكون لونه أبيض مثل الفضة وهو متين جدًا وله درجة لمعان معدنية بدرجة عالية جدًا.

س٣٣١: أذكر استخدامات النيكل.

ج: يستخدم النيكل بصفة رئيسية في عمليات وأغراض التغطية وكذلك يستخدم في سبائك الفضة الألمانية وسبيكة النيكل والفضة وسبيكة النيكل والصلب.

س٣٣٢: مما تتركب الفضة الألمانية وما هي خصائصها؟

ج: الفضة الألمانية هو الاسم التجاري لمتتاليات من السبائك البيضاء التي تصنع بصفة رئيسية من خليط النحاس والنيكل ومعادن أخرى. وتخلط هذه المعادن بالنسبة التقريبية الآتية:

النحاس :٥٠ **النيكل** :٢٥ **الزنك** :٢٥

وإضافات الرصاص والقصدير والكادميوم والحديد تستخدم في مركبات مختلفة لتلائم استخدامات مختلفة للسبائك ومنها يعطي صلادة ومطولية وصقل السطح والموصلية الكهربائية.

س٣٣٣: أذكر استخدامات الفضة الألمانية.

ج: الفضة الألمانية لها مدى واسع من الاستخدامات في القضبان والأذرع والأعمدة والأسلاك والمشكلات والألواح وفي أدوات القطع والمجوهرات والحلي والمنتجات الكهربائية إلى آخره.

س٣٣٤: كيف يتم الحصول على الفاناديوم؟

ج: الفاناديوم عنصر يمكن الحصول عليه عن طريق تكرير الخامات التي يتواجد بها الفاناديوم ومصادره الرئيسية هي بيرو بالرغم من أن الكميات الأقل يتم الحصول عليها من كولورادو.

س٣٣٥: ما هي الاستخدامات الرئيسية للفاناديوم؟

ج: الاستخدامات الرئيسية للفاناديوم تكون في صناعة سبيكة الصلب والمعروفة بصلب الفاناديوم. وحينما يضاف الفاناديوم للصلب فإنه يعطية متانة وقوة زائدة بدون تغير في المطولية المعدنية للصلب.

س٣٣٦: أذكر ما تعرفه عن التنجستن وما هو استخدامه؟

ج: يضاف التنجستن إلى الصلب لتكوين سبيكة ويستخدم على نطاق واسع في صناعة أدوات القطع. وفي حالة سحبة على هيئة سلك فيتم استخدامه كفتيل في اللمبات الكهربائية.

س٣٣٧: أذكر ما تعرفه عن الموليبيدنوم وفي ماذا يستخدم؟

ج: الموليبيدنوم وهو مثل التنجستن في إتحاده مع الصلب وتكوين سبيكة فاستخدام الموليبيدنوم الرئيسي هو إتحاده مع الصلب وتكوين سبيكة تستخدم في أدوات القطع. وإضافة الموليبيدنوم تزيد خصائص الصلب من حيث المتانة والصلادة.

س٣٣٨: في أي شكل يتواجد عنصر التيتانيوم وفي ماذا يستخدم؟

ج: يتواجد عنصر التيتانيوم عادة على هيئة تيتانيوم حديدي ويستخدم في تنقية الصلب بالنسبة لطريقة بسمر والقلب المفتوح.

س٣٣٩: أذكر ما تعرفه عن الكروم واستخدامه؟

ج: الكروم يشابه المعادن الأخرى حيث أنه يستخدم في الصناعة بصفة رئيسية كعنصر سبائكي والكروم يعطي الصلب زيادة متانة وصلادة ويستخدم الكروم أيضًا في أغراض التغطية.

س٣٤٠: أذكر ما تعرفه عن الصوديوم؟

ج: الصوديوم هو عنصر معدني قلوي أبيض فضي ويوجد منفردًا في الطبيعة والصوديوم مكون سيليكات لا تحصى. وبأشكاله المختلفة وبإتحاده مع العناصر الأخرى فهو يعرف بالملح الصخري أو كلوريد الصوديوم. وكلوريد الصوديوم يشكل الجزء الرئيسي للمادة الملحية في مياه البحر.

س٣٤١: أذكر ما تعرفه عن الفضة.

ج: الفضة واستخداماتها معروفة على نطاق واسع بدون توضيح وما يوضح ذلك هو إهتمام الصناعة بلحام الفضة الذي يستخدم على نطاق واسع في صناعة الأجهزة الدقيقة والأدوات المشابهة لذلك.

العناصر الغير معدنية

س٣٤٢: ما هو عنصر الكربون وما هي صور تواجده؟

ج: الكربون يعتبر عنصر غير معدني ويتواجد في معظم المواد العضوية ويتواجد الكربون في الماس والسناج والجرافيت والفحم النباتي وفحم الكوك وغيرها. ويكون متواجدًا بنسب مختلفة من حيث درجة النقاوة ويستخدم الكربون بصفة رئيسية في صناعة الصلب ومع معادن أخرى لتكوين سبائك.

س٣٤٣: ما هي خواص عنصر السلنيوم وفي ماذا يستخدم؟

ج: عنصر السلنيوم هو عنصر غير معدني ومتغير بدرجة كبيرة في المقاومة الكهربائية تحت تأثير الضوء والحرارة ويستخدم في عمل الألوان الحمراء للزجاج والأنامل وحاليًا في الخلية الكهربائية.

س٣٤٤: ما هو عنصر الكبريت وأين يتواجد وما هي استخداماته؟

ج: عنصر الكبريت يشابه الكربون وهو عنصر غير مُعدني يتواجد في العديد من المواد العضوية ويتحد مع عنصري الكربون والكبريت مع العناصر الأخرى لتكوين مركبات عديدة تستخدم في الطب والمجالات الأخرى وبعض استخداماتة الكبريت وحامض الكبريتيك.

س٣٤٥: ما هو عنصر السيليكون وكيف يتم الحصول عليه؟

ج: السيليكون هو عنصر آخر لا معدني ولا يوجد منفردًا في الطبيعة ويمكن الحصول عليه من السيليكا أو السيليكات التي تتواجد في الكوارتز والرمل والجرانيت ويستخدم في الطوب الحراري والحراريات والزجاج.

س٣٤٦: أذكر ما تعرفه عن عنصر الفوسفور؟

ج: الفوسفور هو عنصر غير معدني (لا فلزي) ويتواجد على نطاق واسع في الطبيعة ويتحد بسهولة مع العديد من العناصر الأخرى واستخدامه الرئيسي في صنع الكبريت والأسمدة.

س٣٤٧: أذكر ما تعرفه عن النحاس الأصفر والبرونز؟

ج: يستخدم النحاس الأصفر عامة في تصميم السبائك التي تصنع مبدئيًا من النحاس الأحمر والزنك ويوجد منها الكثير الذي يلعب دورًا رئيسيًا فيها النحاس الأحمر والقصدير والزنك مع الرصاص والألومنيوم والحديد والنيكل والفوسفور والمنجنيز وتستخدم بكميات أقل.

س٣٤٨: في ماذا يستخدم النحاس الأصفر التجاري (B-C)؟

ج: يستخدم النحاس الأصفر التجاري في اللافتات التي يكتب عليها الاسم والرقم وحقائب العدد والأجهزة وأوعية الزيت.

س٣٤٩: ما هو استخدام النحاس الأحمر (cu)؟

ج: يستخدم النحاس الأحمر في مواسير النحاس الأحمر والأنابيب.

س٣٥٠: ما هو استخدام برونز المدافع (G) ومما يتكون؟

ج: يستخدم برونز المدافع أو معدن المدافع ويستخدم في جميع الصمامات التي يكون قطرها ٤ بوصة وأكثر وفي وصلات التمدد وتجهيزات فلانشة الماسورة والتروس والمسامير والصواميل وفي صمامات الأمان والتهريب.

س٣٥١: في ماذا يستخدم برونز التحميل (H)؟

ج: يستخدم برونز التحميل في كراسي التحميل (المحامل) والدلائل والخوابير والجلب والمنزلقات وفي ساق الصمام وغيرها من أجزاء المحرك الترددي.

س٣٥٢: ما هو استخدام برونز الصمام (M)؟

ج: يستخدم في صناعة جميع الصمامات التي هي أقل من ٤ بوصة في القطر وفي الأغراض العامة والبخار وفي التوصيلات الخرطومية والبخار.

س٣٥٣: في ماذا يستخدم برونز المنجنيز (mn-c)؟

ج: يستخدم البرونز والمنجنيز كسبيكة في صنع صرة رفاص السفن والريش وهيكل المحرك وفي المصبوبات التي تتطلب متانة عالية.

س٣٥٤: ما هو استخدام معدن مونيل (mo-c)؟

ج: يستخدم معدن مونيل في جلب المضخة وقواعد الصمامات وصواميل العامود وفي المصبوبات التي تتطلب متانة عالية وصلادة ومقاومة للتآكل الكيميائي.

س٣٥٥: في ماذا تستخدم سبيكة مصبوبة نحاس الأسطول (N-c)؟

ج: تستخدم هذه السبيكة في المصبوبات التي تتطلب متانة عالية ومقاومة للتآكل الكيميائي.

س٣٥٦: في ماذا يستخدم النيكل (Ni)؟

ج: يستخدم النيكل بصفة رئيسية في قواعد الصمام.

س٣٥٧: في ماذا يستخدم معدن البحرية (A)؟

ج: يستخدم معدن البحرية بصفة رئيسية في المكثف وجهاز التقطير وسخان مياه التغذية وأنابيب المبخر.

س٣٥٨: في ماذا يستخدم معدن ينيدكت (Be-r)؟

ج: يستخدم معدن ينيدكت في المكثف والتقطير وسخان مياه التغذية وأنابيب المبخر.

س٣٥٩: في ماذا يستخدم معدن مونتز (D-r)؟

ج: يستخدم هذا المعدن بصفة رئيسية في المسامير والصواميل التي تكون خاضعة لمياه البحر.

س٣٦٠: في ماذا تستخدم سبيكة البرونز والفوسفور (P-r)؟

ج: تستخدم هذه السبيكة في أذرع المضخة وساق الصمامات ويايات الصمام.

س٣٦١: في ماذا تستخدم سبيكة البرونز والمنجنيز (mn-r)؟

ج: تستخدم للدوران الدحرجة وبصفة أساسية لصواميل رباط الأجزاء الدوارة ومسامير المكثف والأجزاء التي تتطلب متانة عالية ومقاومة للتآكل الكيميائي.

س٣٦٢: ما هو استخدام معدن مونيل (mo-r)؟

ج: يستخدم معدن مونيل في الأجزاء التي بها دحرجة.

س٣٦٣: في ماذا يستخدم نحاس الأسطول الملفوف (N-r)؟

ج: يستخدم في أذرع المضخة والواح التدعيم وفي صمامات المكثفات.

س٣٦٤: في ماذا يستخدم النحاس الأصفر الملفوف التجاري(B-r)؟

ج: يستخدم في رقائق النحاس الأصفر وفي مواسير النحاس الأصفر ومواسير الغلاية وأنابيب التوزيع للزيت والماء والأغراض الأخرى التي تتطلب متانة ومقاومة التآكل.

س٣٦٥: في ماذا يستخدم المعدن المقاوم للإحتكاك (W)؟

ج: يستخدم هذا المعدن بصفة رئيسية في معدن الحامل (كراسي التحميل) كتبطين لها.

س٣٦٦: أذكر ما تعرفه عن معدن كراسي التحميل (المحمل)؟

ج: معادن كراسي التحميل لها مركبات عديدة مثل المكونات العديدة المختلفة الأخرى للنحاس الأصفر والبرونز وهذه المعادن مبدئيًا تصنع من معدنين أو أكثر وبجانب أن النحاس الأحمر يكون عنصر أساسي فيها إلا أن المعادن التي تصنع من معدن بابيت هي الأكثر أهمية.

س٣٦٧: أذكر ما تعرفة عن معدن بابيت؟

ج: معدن بابيت هو النعصر الأساسي في معظم معادن التحميل ويصنع بنسب متنوعة من الرصاص والقصدير والأنيتمون مع كميات أقل من النحاس الأحمر والزنك.

س٣٦٨: فيما يستخدم معدن بابيت رقم (١)؟

ج:يستخدم معدن بابيت رقم (١) في خدمة بنز الكرنك في محركات الإختراق الداخلي والديزل وله أقل قابلية للشروخ وله مرونة غالبة.

س٣٦٩: فيما يستخدم معدن بابيت رقم (٢)؟

ج: له نفس الاستخدامات في معدن بابيت رقم (١) ولكن له درجة تحمل أعلى وقابلية أقل للدق.

س٣٧٠: أذكر ما تعرفة عن معدن بابيت رقم (٣)؟

ج: يعتبر هذا المعدن هو المعدن ذات القيمة الأعلى من حيث التحمل في حالة إذا كانت الصدمة غير عالية جدًا (الصدمة تعني إرتطام السطح مع سطح آخر).

س٣٧١: أذكر ما تعرفه عن معدن بابيت رقم (٤)؟

ج: يستخدم هذا المعدن في كراسي التحميل الرئيسية للمحرك والميكنة عامة وهو يقاوم الأحمال الشديدة في درجات الحرارة العادية.

س٣٧٢: أذكر ما تعرفه عن معدن بابيت رقم (٥، ٦، ٧)؟

ج: معدن بابيت رقم (٥، ٦، ٧) تعتبر سبائك وسيطة لا تحتوي على القصدير ولا على الرصاص وتؤدي هذه المعادن خدمة جيدة ولكن لا يوصى باستخدامها لدرجات الحرارة العالية.

س٣٧٣: أذكر ما تعرفه عن سبائك اللحام؟

ج: تستخدم سبائك اللحام لتوصيل أسطح أو حافات المعادن ببعضها وعامة تتكون سبيكة اللحام من معدنين أو أكثر، وسبيكة اللحام التي تستخدم يجب أن تكون لها نقطة إنصهار أقل من تلك التي للمعادن المراد توصيلها ببعضها بينما تكون نقطة الإنصهار قريبة جدًا بقدر الإمكان من المعادن المراد توصيلها ببعضها وتقسم سبائك اللحام عادة إلى صنفين سبيكة لحام رخوة وصلدة.

س٣٧٤: أذكر ما تعرفه غن سبيكة اللحام الصلدة؟

ج: اللحام الصلد ولحام البرنزة (لحام بالبرونز) تستخدم في أوقات بالترادف ولكن بالنسبة للاستخدام العام فهناك اختلاف. واللحام بالبرونز يعني توصيل المعادن ببعضها باستخدام الزنك التجاري مع البوراكس كمساعد في اللحام بينما اللحام الصلد

س٣٧٥: أذكر ما تعرفه عن اللحام الرخو؟

ج: تتكون هذه الخامة بصفة رئيسية من الرصاص والقصدير وهي من ثلاثة أنواع عام ومتوسط ودقيق واللحام الرخو العام يستخدمه السباكين وللشغل العادي بينما اللحامات الدقيقة والمتوسطة تستخدم في لحام معدن بريطانيا وألواح القصدير والنحاس الأصفر ودرجات الشغل الأفضل.

س٣٧٦: أذكر ما تعرفه عن مساعدات اللحام الرخوة؟

ج: مساعدات اللحام الرخو التي تستخدم معظمها يكون البوراكس (بُوَرق) وهي تعني بورات الصوديوم المائية، ملح النشادر، كلوريد الزنك، راتينج قلفوني (متخلف من تقطير التربنتينا) وهي تساعد في تنظيف الأسطح المراد لحامها وتساعد في عمل إتحاد الاسطح.

س٣٧٧: أذكر ما تعرفه عن الستيليت؟

ج: الستيليت هو سبيكة غير حديدية من الكروم والكوبالت وكميات صغيرة من الموليبيدنوم أو التنجستن وهو معدن صلد جدًا وهو لا يمكن طرقه أو ميكنتة ولكن يشكل عادة بواسطة التجليخ. ويستخدم بصفة رئيسية في عدد القطع للآلات اليت تعمل بمعدلات عالية لسرعة القطع.

س٣٧٨: أذكر ما تعرفه عن مادة النيكروم؟

ج: النيكروم هو سبيكة من النيكل والكروم وعمليًا هي غير نحاتة (أي لا تتآكل بالنحات) وهي تمتاز بالنيكل الذي له مقدرة عالية في مقاومة درجات الحرارة العالية ويستخدم بصفة رئيسية في المجال الكهربي في صناعة جهاز التسخين وملفات المقاومة والمقاومات.

س٣٧٩: ما هو البكاليت وفي ماذا يستخدم؟

ج: البكاليت هو مادة عضوية ويمكن استخدامها في إما الصلبة أو السائلة كما أنها تستخدم سائلة للمواد ذات التشرب المسامي (أي تتشرب عن طريق المسام) للطلاء تحت تأثير الحرارة والضغط والبكاليت الصلب لا يتأثر بالماء أو البخار أو الزيوت ومعظم الكيماويات ويستخدم كعازل كهرباء.

س٣٨٠: أذكر ما تعرفه عن الياي (السوستة)؟

ج: المواد جميعها تكون مرنة لامتداد معين ولذلك أي جزء في الآلات يمكن أن يكون مثل الياي ومع ذلك فإن اليايات المصممة تكون لها المقدرة على التشوة الامتدادي عند الاجهادات المتوسطة وتستخدم لأغراض نوعية ومثال ذلك اليايات التي تستخدم في منظمات السرعة تعمل بواسطة قوى التوازن ويايات السيارات تقوم بإمتصاص الصدمة ويستخدم كطاقة مخرنة في الزناد (للسلاح) وأنواع التحكم بياي صمام المضخة.

س٣٨١: ما هي أنواع اليايات ومن أي شيء تصنع اليايات؟

ج: تصنع اليايات بأشكال ومواد متعددة ويستخدم المطاط والخشب أحيانًا وتصنع اليايات بصفة عامة من المعدن في شكل الواح مسطحة أوصفائح أوشريط سلك. واليايات لها ثلاثة أنواع رئيسية هي الحلزونية والهلالية والحلزونية الهلالية.

س٣٨٢: في ماذا يستخدم الياي الشريط الحلزوني مع ذكر السبب؟

ج: يستخدم الياي الشريطي الحلزوني في الساعات حيث أنه يخضع لشد وإنضغاط.

س٣٨٣: في ماذا يستخدم الياي الهلالي الحلزوني مع ذكر السبب؟

ج: يستخدم هذا النوع من الياي في أوساط الحشو وفي صمامات المضخة لأن هذا النوع يخضع لشد وإنضغاط ولي.

س٣٨٤: ما هي المعادن التي تستخدم في اليايات؟

ج: معدن صلب الياي وبه حوالي ١٪ كربون (نسبة إحتواء) ويستخدم بصفة عامة في اليايات الثقيلة، والنحاس الأصفر وبرونز الفوسفور تستخدم غالبًا عندما يكون مصممًا بصفة خاصة لمقاومة التآكل الكيميائي. وسبائك الكروم والفاناديوم والسيليكون والمنجنيز وسبائك أخرى عديدة تستخدم أيضًا في اليايات.

الجوهر الأولي للمادة

Preliminary matter

س٣٨٥: عرف الحرارة.

ج: الحـرارة هي أحد أشكال الطاقة وعادة تعرف بأنها طاقة الحركة الجزئية وليست جوهر مادي وفي حالة الغازات تكون الحركة الجزئية في خط مستقيم ومتغيرة في السرعة وفي الإتجـاه عـندما تقـترب جـزئيات الغاز من بعضها وفي السوائل تكون الحركة الجزئية غـير منـتظمة ومقـيده أكثـر عن ما في الغازات بينما تكون الحركة الجزئية في الصلب مقـيدة جدًا وتذبذبية بدلاً من كونها إتصالية. ويتم إنتقال الحرارة بواسطة ثلاث طرق الانتقال بالحمل وبالتوصيل أو بالاشعاع.

س٣٨٦: ما هو الجوهر المادي؟

ج: المـادة هـي الجوهـر المادي وهي أي شيء يشغل حيز أو فراغ وهي تتكون من جزئيات وذرات والمادة لا يمكن أن تنتج أو تفني ويمكن تحويل مظهرها وتحويلة مرة ثانية ولكن لا يمكـن إضـافة أي شيء لها أو إزالة أي شيء منها -- فالفحم يمكن أن يحترق ويتبقى فقـط رمـاد قلـيل ولكن تمثل المادة بالفرق في الوزن للفحم والرماد قد تحول إلى كمية متعادلة من غاز عديم اللون وغير مرئي يمر إلى الخارج.

ملحـوظة: أي شـيء يـزيد أويكتسب وزنا يتم ذلك فقط بواسطة استخلاص هذا الـوزن المتساوي أو المتعادل من الذي يحتاجه من الأرض أو الهواء أو جسم ما كيميائي فردي.

س٣٨٧: ما هي تأثيرات الحرارة؟ وما الذي يحدث عند تسخين المادة؟

ج: يمكن تصنيف تأثيرات تسخين المادة كالآتي:

١- التغير في الحالة.

٢- التغير في درجة الحرارة.

٣- الـتغير في الحجم وكل جزئ من المادة له حركة إهتزازية سريعة إلى الأمام وإلى الخلـف وتمـنع الجـزئيات مـن الانفصال بواسطة القوة الجاذبة لجاذبية الإلتصاق وعند تسخين الجسم فتزيد ذبذبة تلك الإهتزازات بالتناسب مع كمية الحرارة المعطاة وتزيد المسافة الـتي يتحـركها كـل جزء وعندما تتحرك الجزئيات بعيدًا عن بعضها تقل قوة جاذبـية الإلتصاق وإذا تم إعطاء حرارة كافية للجسم فإن قوة جاذبية الالتصاق هي التي تـتغلب وينـصهر الجسم. وإذا إستمر امتداد الجسم بإعطاء حرارة أكثر فيتحول الجسم المنـصهر إلى غـاز وإذا تم المحافظـة علـى درجة الحرارة فترة طويلة فلا يمكن هناك تأثير

لقوة جاذبية الالتصاق بسبب عدد الإهتزازات التي تكون في زيادة كبيرة وكذلك المسافة بين أي جزئين والتي تصبح أكبر لفعل قوة جاذبية الالتصاق.

س٣٨٨: أذكر مصادر الحرارة؟

ج: ١- مصادر طبيعية. ٢- مصادر ميكانيكية. ٣- مصادر كيميائية.

س٣٨٩: كيف تنتج الحرارة كيميائيًا؟

ج: عندما تتفاعل مادة أو أكثر مع بعضها كيميائيًا وتلتقي معًا وتصبح في حالة إتحاد فتنشأ الحرارة عندئذ.

س٣٩٠: كيف يحصل المهندس على الحرارة الذي يستخدمها؟

ج: بواسطة الاحتراق الناتج من الاتحاد الكيميائي للكربون والهيدروجين والذي بصفة رئيسية يتكون منهم الوقود السائل والصلب مع الأكسجين الموجود في الهواء.

س٣٩١: لماذا لا تنتج الحرارة في درجات الحرارة العادية؟

ج: لا يتحد الكربون ولا الأكسجين ولا الهيدروجين والأكسجين في درجات الحرارة العادية – يجب أولاً رفع درجات حرارتهم للدرجة التي تسمى درجة الاشتعال قبل ما أن يكون إلا جتذاب بين الاثنين يكون كافي لاتحادهم.

س٣٩٢: عرف درجة الحرارة.

ج: درجة الحرارة هي المصطلح المستخدم الذي يدل على سخونة الجسم أو بمعنى آخر شدة الحرارة ولا تدل على كمية الحرارة في الجسم حيث أن جسمين لوزن متساوي يمكن أن يكونان في نفس درجة الحرارة ومع ذلك فإن كمية الحرارة التي ترفع كل منها إلى تلك الدرجة يمكن أن تختلف كثيرًا.

ملحوظة: درجات الحرارة المطلقة والتي تم تقديرها على أساس درجة حرارة تصورية والتي إذا تم فيها تبريد الغاز سوف لا يتبقي شيء منها أو بمعنى آخر أن حجمها سوف يكون صفر. من المعروف أن الغاز ينكمش عند معدل موحد لكل إنخفاض درجة في درجة الحرارة حتى أنه إذا كان يسري مفعوله لدرجات الحرارة المنخفضة جدًا فيقاس ذلك على أنه سوف لا يتبقى من الغاز حينما تصل درجة الحرارة إلى ٤٦٠° ف أو ٢٧٣° م.

س٣٩٣: هل كل الغازات تتمدد وتنكمش؟

ج: جميع الغازات تتمدد عند تعرضها للحرارة وتنكمش إذا إنخفضت درجة حرارتها.

ملحوظة: جميع الغازات لها قابلية تمدد كبيرة والخاصية المميزة لها أنه لا توجد مادة لكيفية أن تقلل كمية الغاز الذي يسري إلى داخل المستقبل فإنه سوف يتمدد ويملأ

المستقبل وإذا ظل الضغط ثابت فتتمدد أو تنكمش الغازات بنسبة $\frac{1}{492}$ من حجمها لكل درجة فهرتهيتية لتسخينها أو تبردها.

س٣٩٤: متى تنقطع الحركة الجزئية في الغازات؟

ج: تنقطع الحركة الجزئية في الغازات عند الصفر المطلق وهي درجة ٤٩٢° ف تحت نقطة التجمد (٤٦٠° ف تحت الصفر).

س٣٩٥: ما هي الوسائل التي تنتقل بها الحرارة؟

ج: تنتقل الحرارة بواسطة ثلاث طرق هي الإنتقال بالحمل وبالتوصيل وبالإشعاع.

س٣٩٦: هل جميع الغازات قابلة للإنضغاط وهل لها أي خاصية ليست شائعة في الأشكال الأخرى للمادة؟

ج: جميع الغازات يمكن ضغطها والخاصية المميزة للغازات ولا تشترك مع الأشكال الأخرى للمادة هي الإستعداد للإرتداد المرن السريع حينما تزال القوة الضغطية من عليها.

س٣٩٧: عندما تضغط كمية من الغاز فهل إجمالي الطاقة المبذولة في ضغطها يمتص بواسطة الغاز المضغوط؟

ج: تنتج الحرارة حينما تضغط الغازات وإذا لزم أن يترك أي جزء من الحرارة الغاز المضغوط ويمر من خلال جدران الوعاء الذي يحوية فإن كمية الطاقة المخزونة في الغاز المضغوط تكون أقل من الطاقة المبذولة في ضغطه بكمية متساوية للمكافيء الميكانيكي للفقد الحراري.

س٣٩٨: ما المقصود بالإنضغاط الأيزوثير مالي والتمدد؟

ج: عندما يضغط غاز مثل الهواء المضغوط أو السماح له بالتمدد وأن تظل درجة حرارته هي نفس الدرجة فيقال أنه إنضغاط أو تمدد أيزوثيرمالي وتأثير ذلك أن الحرارة المتولدة أثناء عملية الإنضغاط تكون توصيلية للحرارة سريعًا عند تولدها والفقد الحراري للتمدد يلزم تزويد الغاز به للمحافظة على درجة الحرارة.

ملحوظة: يمكن أن يتقارب الإنضغاط الأيرزوثيرمالي والتمدد للغازات بواسطة تركيب جاكتات حول الأسطوانات حيث يضغط الغاز أو يتمدد ولكن لا يمكن أبدًا الوصول إلى ذلك فعليا من الناحية العملية بسبب أن درجة حرارة الغاز في الإسطوانة يجب أن يكون أعلى أو أقل من وسط السخونة أو البرودة الخارجي قبل أن تبدأ الحرارة في السّريان خلال جدران الإسطوانة.

س٣٩٩: ما هو الإنضغاط الأدياباتيك والتمدد؟

ج: حينما ينضغط الغاز أو يتمدد بدون فقد أو إكتساب للحرارة من مصدر خارجي فيقال أن الغاز إنضغط أو تمدد أدياباتي.

ملحوظة: في حالة الإنضغاط الأدياباتي أو التمدد نجد أن الحرارة يمكن أن تتولد أثناء عملية الإنضغاط أو تستنفذ في الشغل المبذول أثناء التمدد ولكن الحرارة الكاملة يجب أن تكون في الغاز ذاته ولا يمر جزء منه خلال جدران الإسطوانة وهذا لا يمكن الحصول عليه عمليًا بسبب موصلية المواد الإنشائية الملائمة.

س٤٠٠: ما هي التغيرات التي تحدث عندما ينضغط الهواء أو يتمدد في الإسطوانة لمحرك يعمل بالوقود؟

ج: أثناء الإنضغاط نجد أن الضغط ودرجة حرارة الهواء تزيد والحجم يقل. واثناء التمدد تكون هذه التغيرات عكسية.

ملحوظة: إذا كان المكبس (البستم) متوافق تمامًا في الإسطوانة فإن وزن الهواء المحتمل لا يتغير.

س٤٠١: التغيرات التي تحدث للضغط ودرجة الحرارة والحجم للهواء حينما ينضغط أو يتمدد تكون جميعها تابعة لقاعدة عامة ـ ما هي المعادلة التي تعبر عن هذه القاعدة؟

ج: المعادلة التي تشمل قانون بويل وقانون شارل هي كالآتي:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = \text{Constant}$$

حيث أن :

$P1$	= الضغط المطلق – رطل/بوصة مربعة	
T_1	= درجة الحرارة المطلقة	قبل الإنضغاط أو التمدد
V_1	= الحجم – قدم مكعب	
P_2	= الضغط المطلق – رطل/بوصة مربعة	
T_2	درجة الحرارة المطلقة	بعد الإنضغاط أو التمدد
V_2	الحجم – قدم مكعب	

ملحوظة: المعادلة المذكورة أعلاه تعني أن ناتج الضغط المطلق مضروبًا في الحجم ومقسومه على درجة الحرارة المطلقة يكون هو نفس الناتج عند أي نقطة لمشوار الإنضغاط أو التمدد.

س٤٠٢: إذا حدث إنضغاط أو التمدد أيزوثيرمالي فما هي المعادلة التي تعبر عن القاعدة العامة؟

ج: إذا كان إنضغاط الهواء أو تمدده أيزوثيرمالي فإن ذلك يعني أنه حينما يكون الهواء منضغطًا فإن الحرارة الناتجة تكون موصلية سريعة عند تولدها وعندما يتمدد فإن امداد الحرارة يكون للمحافظة على درجة الحرارة.

وبما أن في هذه الحالات تبقى الحرارة ثابتة للهواء فستكون الحرارة الإبتدائية والنهائية مثل T_2 وT_1 هي نفس درجة الحرارة. وهذه هي القاعدة العامة التي يعبر عنها بالمعادلة:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

وتختصر إلى ثابت = $P_1V_1 = P_2V_2$

س٤٠٣: إذا كان الإنضغاط أو التمدد حدث بطريقة أدياباتيكية. فما هي المعادلة التي تعبر عن القاعدة التي ترتبط بمثل هذه التغيرات؟

ج: عندما ينضغط الهواء أو يتمدد بطريقة أديباتيكية فسوف لا يكون هناك إنتقال للحرارة من او إلى الهواء الذي يعمل فوقه.

والمعادلة التي تعبر عن قاعدة التمدد والإنضغاط الأدياتيكي تكوه هي:

ثابت = $(PV)^{\gamma}$، (γ) هي نسبة الحرارة النوعية للهواء عند الحجم الثابت إلى الحرارة النوعية للهواء عند الضغط الثابت.

ملحوظة: الحرارة النوعية لأي مادة هي كمية الحرارة بوحدة الحرارة البريطانية B.T.U وهي التي ترفع درجة حرارة واحد رطل من المادة واحد درجة فهرنهيتية (١°ف). كما أن كمية الحرارة اللازمة لذلك تعتمد على طبيعة الغاز وعلى مدى الحرارة التي تكون مضافة عند ضغط ثابت أو حجم ثابت. وقد وجد أنه إذا كان واحد رطل من الهواء تم تسخينة عند حجم ثابت مثال ذلك في فراغ ضيق ٠,١٦٩ وحدة حرارية بريطانية B.T.U المطلوب لرفع درجة حرارة الهواء واحد درجة فهرنهيتية. ولذلك نجد أن هذه هي الحرارة النوعية للهواء عند الحجم الثابت. والحرارة النوعية عند ضغط ثابت تكون ٠,٢٣٨ وحدة حرارية بريطانية B.T.U لرفع درجة حرارة واحد رطل من الهواء درجة واحدة فهرنهيتية عندما يسمح للهواء بالتمدد وأن يظل الضغط ثابت.

وقيمة معامل القدرة (γ) في تلك المعادلة موحدة فهذا يعني أن الهواء تم ضغطه أوتمدده أيزوثيرمالي ولكن إذا كانت قيمة هذا المعامل هي = ٠,٤٠٩ فيكون التغير أديباتيًا. وعندما يتم ضغط الهواء داخل إسطوانات محرك ديزل فتفقد الحرارة بواسطة

مـاء التـبريد خلال جدران الإسطوانة ولا يكون هذا فقد كلي حيث أن الإنضغاط مع ذلـك لا يحـدث سـواء كـان أيزوثيرمالـي أو أديباتيكي ولكن في وقت ما بين الأثنين. وكلمـا زاد الفقـد في الحـرارة كلما كان الإنضغاط قريبًا من الإنضغاط الأيزوثيرمالي وبالعكس إذا كان الفقد قليل في الحرارة فيكون الإنضغاط أكثر إقترابًا من الإنضغاط الأديباتيكي.

وعلميًا نجـد أن قـيمة (γ) تكون حوالي ١,٣٥ بحيث أن المعادلة تعبر عن القانون الذي يشمل التغيرات في الضغط والحجم وتصبح تقريبًا كالآتي:

$$P_1 \times V_1^{1.35} = P_2 \times V_2^{1.35}$$

س٤٠٤: ما هي المعادلات الأخرى التي تربط الحرارات والضغوط والحجوم؟

ج: المعـادلات الأخـرى الـتي تـربط الحـرارات والـضغوط والحجـوم يتم الحصول عليها بواسطة إتحاد هذه المعادلة مع المعادلة المعطاه من قبل وتكون كالآتي:

$$T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{0.35} = T_1 \times \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{0.259}$$

س٤٠٥: ما هي المحركات الحرارية (What are heat engines)؟

ج: أي محـرك يـستقبل حـرارة ويحـول جـزء منها إلى شغل ميكانيكي يسمى المحرك في هذه الحالـة محـرك حـراري. والمحـركات الحرارية هي نوعان هما محركات الإحتراق الخارجي (المحـركات البخارية) ومحركات الإحتراق الداخلي وكلاهما يعتمد على تشغيلهم عند امـداد الطاقة في الشكل الحراري من مصادر خارجية. أما محرك الإحتراق الداخلي فإنه يعـتمد علـى الطاقـة الحـرارية التي تنتج فعليًا بواسطة حرق الوقود داخل إسطوانات المحرك.

س٤٠٦: ماهي أنواع محركات الإحتراق الداخلي طبقًا لنوع الوقود الذي تستخدمه؟

ج: محـركات الإحتراق الداخلي يمكن تقسيمها إلى أربعة أنواع مختلفة طبقًا لدرجة الوقود الذي تستخدمه هذه المحركات وهي:

١- المحركات الغازية التي تستخدم غاز الفحم وغاز المولدات أو غاز الفرن العالي.

٢- محركات زيت الوقود الخفيف التي تستخدم البترول والبرافين والكحول.

٣- المحركات التي تعمل بزيت الوقود الثقيل وهي محركات ذات إنضغاط منخفض.

٤- ومحـركات الديـزل ذات الإنـضغاط العالـي الـتي تـستخدم زيـت الوقـود الثقيل والدرجات الأثقل من الزيوت البترولية.

س٤٠٧: ما هو نوع محركات الإحتراق الداخلي التي حققت نجاحًا تجاريًا؟

ج: محركات الإحتراق الداخلي التي حققت نجاحًا تجاريًا هي من النوع الترددي كما أن جميع هذه المحركات يمكن أن تعمل على أساس الدورة ثنائية الأشواط أو الدورة رباعية الأشواط.

س٤٠٨: المعتاد هو إنضغاط المخلوط الإنفجاري في المحركات الغازية قبل إشعاله – لماذا يحدث هذا؟

ج: ميزة إنضغاط الغاز إلى ضغط عالي بإعتدال قبل ما يحدث الإشعال هي تلك التي عندما يتم إشعال الشحنة تنتج ضغوط عالية جدًا كما يبذل شغل أكثر عن الحالة التي لو كان الضغط ليس أعلى من تلك التي للجو الخارجي. وبالرغم من أن كمية كبيرة من الطاقة تكون مطلوبة لإنضغاط شحنة الغاز إلا أنه يبقى إكتساب قدره خارجية من الشحنة المنضغطة تزيد عن الطاقة المستنفدة في إنضغاطها.

س٤٠٩: ما هي دورة أوتو (Otto)؟

ج: تلقب دورة أوتو عامة بالدورة الرباعية الأشواط والتي تتم بواسطة مكبس ترددي يعمل داخل الإسطوانة. وطريقة عملها كالآتي:

١- يتم سحب الغاز الإنفجاري داخل الإسطوانة أثناء الشوط إلى الخارج الأول للمكبس الترددي.

٢- وأثناء عودة الشوط إلى الداخل بإنضغاط الغاز الإنفجاري.

٣- وعند بداية الشوط الثاني في الإتجاه إلى الخارج يتم إشتعال الغاز الإنفجاري وينشأ ضغط عالي في الإسطوانة. ويتمدد الغاز ويدفع المكبس في إتجاه الخارج.

٤- أثناء الشوط الرابع والأخير فإن الحركة التي في الإتجاه إلى الداخل للمكبس تطرد الغازات المحترقة إلى خارج الإسطوانة.

س٤١٠: متى أنتج أوتو أول محرك يعمل بهذا النظام؟

ج: أول محرك أنتجه أوتو ويعمل بهذا النظام كان ذلك في سنة ١٨٧٦م.

س٤١١: كيف كانت تعمل محركات الإختراق الداخلي التي صنعت قبل محرك أوتو؟

ج: المحركات التي صنعت في البداية لهذا النوع كانت تسحب غاز إنفجاري إلى داخل الإسطوانة. وعندما يصل المكبس إلى نصف مشواره تقريبًا كان يتم إشتعاله ويدفع المكبس إلى نهاية المشوار وعند نهاية هذا المشوار كان يفتح الصمام وذلك من خلال الغازات المحترقة التي كانت تتحرك بواسطة المشوار التالي للمكبس. ثم يبدأ المكبس في التحرك إلى الخارج مرة أخرى ويسحب شحنة جديدة من الغاز الإنفجاري الذي

بـدوره كان يتم إشعاله عندما يصل إلمكبس إلى منتصف مشواره وفي هذا المحرك كانت دورة التشغيلات تتم بواسطة مشوارين للمكبس.

س٤١٢ : من الذي صنع المحركات اللا إنضغاطية ومتى صنعت؟

ج: المحـركات الـتي تـصنف علـى أنهـا محـركات لا إنضغاطية كانت قد صنعت بواسطة لينيور Lenoir سنة ١٨٦٠م.

س٤١٣ : أيـن وبواسـطة مـن أخـترعت المحـركات الثنائـية الأشـواط – ومـا هي طريقة العمل؟

ج: في سـنة ١٨٨٠م إخترع دوجالد كلارك Dr. Dugald المحرك الثنائي الأشواط والذي كان المخلوط الإنفجاري يتم إنضغاطة قبل أن يتم إشعاله وطريقة العمل كالآتي:

كـان المخلـوط يـتم إنضغاطه بخفة قبل الدخول إلى الإسطوانة. وعند نهاية المشوار إلى الخـارج للمكـبس الـشغال نجـد أن الإسطوانة تستقبل شحنة من الغاز المنضغط. ومـشوار المكـبس إلى الداخل للمكبس الذي يضغط هذه الشحنة للغاز مازال بعيدًا. وكـان يـتم الإشـعال عـند نهايـة المشوار إلى الداخل وكان المكبس يدفع في الإتجاه إلى الخـارج. وعـند نهايـة المشوار إلى الخارج تدخل شحنة جديدة من الغاز إلى الإسطوانة تحت ضغط خفيف ويطرد الغازات المحترقة إلى الخارج من خلال ممر منفصل.

س٤١٤ : لماذا تستخدم محركات نظام كلارك صندوق المرفق ومشوار الإتجاه إلى الخارج؟

ج: المحـركات الـتي تعمـل بـنظام كـلارك أو بالدورة ثنائية الأشواط تستخدم الآن بصفة عامـة صـندوق المـرفق ومـشوار الإتجاه إلى الخارج للمكبس ليضغط الغاز الإنفجاري قبل دخوله الإسطوانة.

س٤١٥ : معظـم آلات الإحتراق الداخلي تعمل على دورة واحدة من الدورتان الحراريتان المميزتان فما هما؟

ج:
١- دورة الضغط الثابت
٢- دورة الحجم الثابت

س٤١٦ : أوصف دورة الضغط الثابت ودورة الحجم الثابت؟

ج: في دورة الـضغط الثابت نجد أن الضغط الذي يتم إنضغاط الغاز عنده في الإسطوانة قـبل بالإشـعال هـو الحـد الأقصى للدورة ويظل باقيا فترة زمنية أكثر أو أقل بواسطة الحقـن التدريجـي للوقـود وذلـك عـندما يزداد حجم غرفة الإحتراق بسبب الحركة في الإتجاه للخارج للمكبس.

وفي دورة الحجم الثابت نجد أن الوقود كله في الإسطوانة ويتم حقنه عند نقطة إنضغاط الحد الأقصى عندما يكون المكبس (البستم) عمليًا ساكنًا في الإسطوانة متنسببًا في زيادة سريعة للضغط.

س٤١٧: أي محركات الإحتراق الداخلي تعمل على دورة الحجم الثابت؟

ج: جميع محركات الإحتراق الداخلي بإستثناء محرك الديزل تعمل على دورة الحجم الثابت. والمحرك الديزل بمفرده هو الذي يعمل على دورة الضغط الثابت.

س٤١٨: ما هي وحدة الشغل What is the unit of work؟

ج: الشغل يقاس (بالقدم/رطل) واحد قدم/رطل أو الوحدة الواحدة هي الشغل المبذول في رفع كتلة تزن واحد رطل رأسيًا لمسافة واحد قدم.

اسئلة واجوبة في مجال الميكانيكات

Mechanics

س٤١٩: ما هي السرعة –عرف السرعة وأذكر وحدات قياسها Velocity؟

ج: السرعة هي معدل التغير في الوضع. وحدات قياس السرعة هي كالآتي:

كيلومتر/ساعة   متر/ثانية   ميل/ساعة   قدم/ثانية

س٤٢٠: متى تسمى السرعة بالسرعة المنتظمة؟

ج: السرعة تسمى سرعة منتظمة عندما يتم عبور مسافات متساوية في فترات زمنية متساوية.

س٤٢١: ما هو التسارع Acceleration؟

ج: التسارع هو معدل التغير في السرعة.

تسارع ٢قدم/ثانية– هذا يعني أن السرعة في الثانية تتغير عند معدل ٢قدم/ثانية أو كل ثانية يكون هناك تغير في السرعة ٢قدم/ثانية. ومن الواضح أن التسارع يمكن أن يعرف أيضًا بأنه التغير في السرعة مقسومًا على الزمن أثناء حدوث التغير.

س٤٢٢: ما هي قوانين نيوتن للحركة Newton`s Laws؟

ج: ١– كل جسم يبقى في حالة ساكنة في سرعة منتظمة في خط مستقيم إذا لم تجبرها قوى خارجية لتغيير هذه الحالة.

٢– التغير في الحركة يتناسب مع القوة المسلطة ويكون في إتجاة القوة المسلطة.

٣- الفعل ورد الفعل يكونا متساويان ومتضادان (لكل فعل رد فعل مساوي في المقدار ومضاد له في الإتجاة).

س٤٢٣: ما هي الكتلة Mass؟

ج: الكتلة هي كمية المادة الذي يحتويها الجسم.

س٤٢٤: ما هو الوزن Weight؟

ج: الوزن هو قياس الجاذبية الأرضية لجسم ما. ويتناسب الوزن مع تسارع التثاقل ولكن الكتلة تكون ثابتة.

س٤٢٥: عرف الشغل Work؟

ج: يحدث الشغل عندما تبذل القوة من خلال مسافة. والشغل هو ناتج القوة × المسافة المبذولة خلالها ويكون الشغل الحاصل بالقدم/ رطل وذلك إذا كانت القوة بالأرطال والمسافة بالقدم.

س٤٢٦: ما هي الطاقة Energy؟

ج: الطاقة هي الشغل المختزن. وبالتالي إذا كانت قوة P من الأرطال تستخدم لمسافة رأسية h قدم فإن الشغل المبذول سوف يكون Ph قدم/ رطل.

س٤٢٧: ما هي وحدة القدرة What is The unit of Power؟

ج: وحدة القدرة هي الحصان الميكانيكي والشغل الذي يستطيع أن يعطية أي محرك يقاس هذا الشغل بالحصان الميكانيكي. وحصان واحد أو وحدة واحدة من القدرة هي قياس للآلة أو المحرك الذي يستطيع أن يعطي ٣٣٠٠٠قدم/ رطل من الشغل كل دقيقة. وإذا كان محرك ينتج واحد حصان ميكانيكي (١H.P) ولذلك يكون معناة أنه يعطي:

$$\frac{33000}{60}$$ = ٥٥٠ ft/١b every Second

أو ٣٣٠٠٠ × ٦٠ = ١٩٨٠٠٠٠ ft/lb /hour

أي = $\frac{33000}{60}$ = ٥٥٠قدم / رطل/ثانية

أو = ٣٣٠٠٠ × ٦٠ = ١٩٨٠٠٠٠قدم / رطل / ساعة

س٤٢٨: ما هي الوحدة الأخرى للقدرة؟

ج: هناك وحدة أخرى للقدرة والتي تستخدم بصفة عامة للشغل الكهربائي وهي الكيلووات (K.W):

١ حصان ميكانيكي (1 H.P) = ٠,٧٤٦ كيلووات
أو ١ كيلووات (1 K.W) = ١,٣٤ حصان ميكانيكي (H.P).

س٤٢٩: ما هي وحدة الحرارة What is the unit of heat؟

ج: وحدة الحرارة (B.T.U) هي كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة واحد رطل من الماء واحد درجة فهرنهيت.

س٤٣٠: كيف يتم حساب كمية الحرارة المعطاة للماء في وعاء معين؟

ج: كمية الحرارة المعطاة للماء في وعاء هي وزن الماء بالأرطال مضروبًا في عدد درجات الإرتفاع في الحرارة. وهكذا فإن نجد بأن ١٠٠ رطل من الماء يتم تسخينهم إلى ٥٠ ف يكون قد تم امدادهم بـ٥٠٠٠ وحدة حرارية أو وحدة حرارية بريطانية (B.T.U)، وإذا كان قياس درجة الحرارة بترمومتر مئوي فستكون النتيجة بوحدات حرارية مئوية أو رطل/كالوري.

س٤٣١: ما المقصود بالمكافئ الميكانيكي للحرارة What is meant by mechanical equivalent of heat؟

ج: المكافئ الميكانيكي للحرارة هو كمية الشغل- قدم/رطل والتي تكون وحدة واحد من الحرارة قادرة على بذله. وحدة واحدة من الحرارة (١B.T.U) قادرة على بذل شغل ٧٧٨ قدم/رطل.

س٤٣٢: ما المقصود بالكفاءة الحرارية لمحرك What is meant by thermal effieiency of an engine؟

ج: الكفاءة الحرارية لمحرك هي النسبة بين الطاقة المعطاة لمكبس (البستم) محرك إلى الطاقة الموجودة في كمية الوقود المستهلك.

ملحوظة: أعلى كفاءة حرارية يمكن الوصول إليها بأي محرك هي حوالي ٤٠٪. وهذا يعني أنه لا يزيد عن ٤٠٪ من الحرارة الموجودة في الوقود قد تحولت إلى شغل في إسطوانات المحرك.

س٤٣٣: ما المقصود بالكفاءة الميكانيكية What is meant by mechanical efficiency؟

ج: الكفاءة الميكانيكية لمحرك هي نسبة الشغل المبذول في الإسطوانات إلى الشغل الفعال الخارج من المحرك ويتم الحصول عليه من ناتج قسمة حصان القدرة الفرملي على حصان القدرة البياني أو $\frac{B.H.P}{I.H.P}\times 100$ والناتج هو النسبة المئوية للكفاءة الميكانيكية.

س٤٣٤ : كيف يتم الحصول على حصان القدرة الفرملي؟

ج: حصان القدرة الفرملي هو قياس الشغل لمحرك قادر على بذله ويتم الحصول عليه بواسطة الديناموميتر. وديناموميتر فرود Dynamometer Froude يؤخذ في الإعتبار عندما تدور توربينة الماء في الإتجاة الخطأ. والمقاومة الناتجة من الماء – ترد على الغلاف والتي تميل إلى الدوران في نفس الإتجاة مثل العامود. وهذا الإتجاة يتم معادلتة عن طريق ذراع في الطرف الذي يضاف إليه الأثقال لقياس رد الفعل أو ميل القوة لتدوير الغلاف.

س٤٣٥ : ما الذي يضبط الكفاءة الحرارية للمحرك الحراري ولماذا لا يمكن إنتاج محرك بكفاءة ١٠٠٪ (What governs the thermal efficiency and explain why a 100 per cent efficient machine cannot be produced)؟

ج: التحكم في الكفاءةالحرارية عن طريق الحد الأقصى والحد الأدنى للدرجات حرارة الدورة ولا يمكن أن تزيد عن أعلى درجة حرارة مطلقة مطروحًا منها الحد الأدنى للدرجة الحرارة المطلقة ومقسومة على درجة الحرارة المطلقة الأعلى أو بمعنى:

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

حيث أن:

T_1 = درجة الحرارة الأعلى

T_2 = درجة الحرارة الأدنى

ولكي تكون نتيجة ما عبر عنه موحلة أو ١٠٠٪ فيلزم أن تكون T_2 = صفر.

وبعبارة أخرى هوأن المحرك يمكن أن يحول إجمالي الحرارة في الوقود إلى شغل أو تكون الكفاءة ١٠٠٪ عندما تكون درجة الحرارة النهائية هي الصفر المطلق أو ٤٦٠° ف.

س٤٣٦ : ما هو أصل البترول (What is the origin of petroleum)؟

ج: هناك نظريات عديدة بخصوص أصل البترول وتواجده منها ثلاثة نظريات تحدد أصل تكون البترول وهي كالآتي:

١- أن أصل البترول هو نتيجة لتحلل المادة النباتية والحالة السائلة هي المرحلة المبكرة في عملية تكون الفحم.

٢- أن أصل البترول هو نتيجة تحلل المادة الحيوانية.

٣- أن أصل البترول هو ناتج فعل الحرارة العالية للبخار على كربيدات معدنية.

ومن الناحية النسبية أنه مازال معروفًا عند التكوين الكيميائي للأجسام المركبة والتي تؤدي لعمل البترول الخام، وكان ذلك فقط أثناء الحرب الكبرى حيث أنه

إتضح أن بعض الغازات الطبيعية المرتبطة بخام البترول الفعلي تحتوي على هيليوم بنسب تصل إلى ٢,٥٪ والهيليوم هو غاز خفيف جدًا مثل الهيدروجين ولكنه غير قابل للإستعال مما يجعل له تقدير كبير وهو غاز ذو قيمة لمناطيد الهوائية وما شابه ذلك ودرجة الحرارة هذه لا يمكنها بالطبع أن تصل أو حتى تقترب من ذلك. وفي الحقيقة نجد أنه ليس عمليًا أن تخفض درجة الحرارة إلى تلك التي للجو.

س٤٣٧ : بفرض أن هواء عند درجة حرارة مطلقة ١٠٠٠ درجة وتمدد أديباتيكيًا إلى ٦٠ درجة مطلقة فماذا ستكون الكفاءة (Suppose air at an obsolute temperature of 1000 degrees is expanded adiabatically to 60 degrees absolute, what would be the efficiency)؟

ج: درجة الحرارة المطلقة ستكون = ١٠٠٠ + ٤٦٠ = ١٤٦٠ درجة، ٥٢٠ درجة على التوالي وأن الكفاءة ستكون:

$$\text{الكفاءة} = \frac{520-1460}{1460}\times 100 = ٦٤,٤٪$$

س٤٣٨ : ما هو الوسيط التجريبي الذي يتخذ في حسابات هذا النوع؟

ج: في حسابات هذا النوع سنجد أن جدول الاختيار يتخذ الهواء كوسيط تجريبي فعال. والواقع أن الهواء هو المادة الفعالة في آلات الاحتراق الداخلي حيث أن كل المخلوط قابل للاحتراق بإستثناء نسبة صغيرة جدًا من الهواء.

س٤٣٩ : حينما يقال أن الكفاءة الحرارية لمحرك هي ٤٠٪ فماذا يعني هذا (When stated that the thermal efficieney of an engine is 40 pereent, Wheet does this means)؟

ج: في هذه الحالة يمكن القول بصفة عامة أن هذا يعني أن ٤٠٪ من الحرارة الموجودة في الوقود تتحول إلى شغل في إسطوانات المحرك وأن ٦٠٪ الباقية تكون هالكة. ومع ذلك عندما نحكم على محرك فإن كفاءته الحرارية يجب مقارنتها مع الحد الأقصى الممكن للكفاءة أو الذي يتوافق مع الدورة القياسية المثالية.

وبعد ذلك إذا كان هناك إمكانية الحد الأقصى للكفاءة الممكنة ٦٪ فيكون للمحرك كفاءة حرارية ٤٠٪ وسوف تتحول بالفعل إلى شغل في إسطوانات المحرك:

$$\frac{0.40}{0.60}\times 100 = ٦٦٪ \text{ من الكفاءة الممكنة.}$$

الوقود المستخدم في محرك الاحتراق الداخلي

Internal Combustion Engine Fuels

س٤٤٠: ما هو الوقود (What is The Fuel)؟

ج: الوقـود هـومادة تحـتوي علـى مـواد والـتي إذا إتحدت مع مواد فعلية أخرى فإنها تنتج حرارة.

س٤٤١: مـا هـي مـواد الاحـتراق الرئيـسية للوقـود الـسائل (What are the chief combustible substances of liquid fuel)؟

ج: المواد هي الكربون والهيدروجين.

س٤٤٢: ما هي المادة الأخرى التي تعتبر ضمن مواد الاحتراق للوقود السائل؟

ج: الكـبريت يعتـبر مـادة إحـتراق ويكـون متواجد في بعض أنواع الوقود ولكن النسبة تعتـبر صغيرة بحيث يمـكن إهمالها وأعلى نسبة كبريت يحتويها أي وقود سائل تكون حوالـي ٣٪. وبالنـسبة لجميع الأعمال الهندسية يفترض أن جيمع أنواع الوقود تتكون من الكربون والهيدروجين وفي بعض الحالات يتواجد الأكسجين.

والمكـونات الحقيقـية للوقود المحرك تختلف نسبيًا ولكن يؤخذ بمعدل مناسب لوقود الديزل وتكون كالآتي:

كربون	٨٥٪
هيدروجين	١٢٪
اكسجين	١,٥٪
كبريت	٠,٥٪
أسفلت ورماد ومياه	١٪

س٤٤٣: ما هي أنواع الوقود التي يستخدم بصفة عامة لآلات الاحتراق الداخلي (What fuels are generally used for internal combustion engines)؟

ج: البترولية والزيت الحجري والقطران المقطر من الفحم.

س٤٤٤: أذكـر أسـماء الوقود السائل التي يمكن إستخدامها في محرك الديزل مع ذكر نوع الوقـود الأكثـر إسـتخدامًا (Give the names of liquid fuels which can be used in the diesel engine and state the class of fuel mostly used).

ج: غالبـية أنـواع الوقـود الـسائل المعـروفة تـشمل الأنواع البترولية المختلفة مثل زيت القطـران والـزيت الحجـري والحيوانـي والزيوت النباتية ويمكن استخدامها في إنتاج

القدرة في محرك الديزل. ونوع الوقود الأكثر استخدامًا هو زيت البترول ويسمى بزيت الديزل وهو الزيت الأثقل الذي يتبقى من البترول الخام بعد تقطير الزيوت الأخف. كما أن الزيت الحجري أيضًا يستخدم لإدارة الديزل.

س٤٤٥: أوصف البترول الخام مع ذكر مكان وكيفية تكوينه (Describe Crude Petroleum and State Where and bow it occurs)؟

ج: البترول الخام بأشكاله المختلفة يكون متواجدًا في دول مختلفة وبحالات عديدة مختلفة فأحيانًا يكون بوفرة كبيرة وأحيانًا يكون بكميات صغيرة فقط ويكون أحيانًا بالقرب من سطح الأرض وأحيانًا يكون عند أعماق كبيرة وأحيانًا يكون خفيف جدًا في الوزن وأحيانًا أخرى تكون له رائحة غير مقبولة ومحتويات على نسبة عالية من الشوائب ويتكون خام البترول في الصخور المسامية والرمال التي تحتويها مثل الماء داخل الإسفنج. وفي الحالات التي تكون فيها مثل تلك الصخور قريبة من سطح الأرض أو شكل تجمع على السطح ويتبخر الزيت ويترك ورائه بيتومين شبة صلب وفي حالات أخرى يكون الزيت محصورًا في فرشته عن طريق غطاء حماية من الصخر الصلب على أعماق تختلف من ١٠٠ إلى ٧٠٠٠ قدم.

س٤٤٦: ما هو أصل البترول؟

ج: نظريات عديدة أظهرت أن أصل البترول يتمثل في ثلاثة أسباب أكثر شيوعًا وهي:

١- أن أصل البترول ناتج من تحلل المادة النباتية وحالة السيولة تكون مرحلة مسبقة في عملية تكوين الفحم.

٢- أن أصل البترول ناتج من تحلل المادة الحيوانية.

٣- أن أصل البترول ناتج من فعل درجة حرارة البخار العالية على كربيدات معدنية.

س٤٤٧: أوصف غاز الهيليوم.

ج: غاز الهيليوم هو غاز خفيف جدًا مثل الهيدروجين ولكنه غير قابل للإشتعال مما يجعله غاز ذو قيمة للمناطيد الهوائية ومايشابهها.

س٤٤٨: كيف يتم الحصول على وقود الكحول وما هي قيمته الحرارية بالنسبة لوقود البترول ووقود المازوت ووقود الفحم؟

ج: يتم الحصول على وقود الكحول من البنجر والبطاطس والأرز والقمح إلى آخره وهذا الوقود لا توجد حوله شكوك من أنه يمكن أن يرتفع إلى مستوى موارد مستقبلية. والقيم الحرارية لوقود الكحول تكون تقريبًا ٦٠٪ من تلك التي لوقود البترول، ٦٣٪ من تلك التي للمازوت، ٨٣٪ من تلك التي للفحم.

س٤٤٩: هل الزيت البترولي الذي في حالة خام يكون ملائم كوقود لمحركات الديزل؟

ج: معظم زيوت البترول الخام تكون ملائمة كوقود لمحركات الديزل في حالة عدم احتوائها على مياه كثيرة جدًا أو مادة أرضية. وفي بعض أحوال قليلة نجد أن البترول الخام عندما يخرج من البئر يكون ملائمًا تجاريًا للإستخدام بدون معلجة. وبعض الزيوت تحتاج إلى إزالة ٣ أو ٤ من الأجزاء الأخف والأكثر قيمة لجعلها ملائمة كوقود لمحركات الديزل أو لكي تحرق تحت الغلايات بينما أنواع الخام الأخرى تكون تقريبًا كلها مكونة من زيوت خفيفة وتسمى بكحول الموتور. والبعض الآخر لا يعطي فقط كحول الموتور والبرافين ولكن أيضًا الشمع وزيوت التزييت التي لها القيمة التجارية الأعلى عن الوقود. والبعض الآخر مرة ثانية يحتوي على بيوتومينات ذات أهمية كبرى في إنشاء الطرق.

س٤٥٠: لأي عملية يخضع البترول الخام بعد الحصول عليه من الأرض؟

ج: يتم تقطيره وأثناء ذلك ينتج الزيوت الأخف والأكثر قيمة والتي تكون تم فصلها وتجميعها ويستخدم المتبقي في بعض الأحيان يستخدم كوقود لمحركات الديزل والغلايات.

والبترول الخام يتم تسخينه لإنتاج التقطيرات بنفس الطريقة التي يسخن بها الماء لإنتاج البخار. ويسري الزيت الخام من خلال غلايات متتالية تسمى مقطرات حيث أنها تخضع إلى استمرارية في حدوث درجة الحرارة المعطاة. أما المكونات الأكثر تطايرًا مثل كحول الموتور تتبخر وتمر من خلال المقطر التالي الذي يظل عند درجة أعلى كما أن الذي يتبقى من البترول الخام يسري من خلال المقطرات الأخيرة وهو يخضع لدرجات حرارة أعلى وزيوت الوقود الخفيفة وزيوت التزييت التي بشمع البرافين أو بدونه طبقًا لطبيعة الزيت الخام. والمتبقي بعد هذه المركبات يتم تقطيرة ويمكن أن يكون ملائمًا كوقود سائل أو في بعض الحالات كزيت إسطوانة أو بيتومين أو حتى فحم يمكن أن يتبقى. والأبخرة الناتجة من كل مقطر يتم تكثيفها في أنابيب معدن سمى مكثفات والتي يتم تبريدها بواسطة الزيت الخام أو الماء.

س٤٥١: أثناء عملية تقطير البترول الخام ما هي درجة الحرارة التي يقف عندها تقطير كحول الموتور والبرافين؟

ج: يسخن البترول الخام في المقطر الأول إلى درجة حرارة تصل إلى حوالي ٣٠٠°ف وهي الدرجة التي يتبخر عندها معظم الكحول. وزيت البترول الخام المتبقي يمر بعد ذلك إلى داخل إلى المقطر التالي الذي يكون عند درجة حرارة حوالي ٥٧٠°ف. والأبخرة المتكثفة التي تمر من هذا المقطر تستخدم لأغراض الإضاءة وتسمى زيوت البرافين.

س٤٥٢ : ماذا يعني بالتقطير التفاصلي؟

ج: التقطير التفاصلي هو العملية التي تستخدم في فصل المركبات المختلفة التي يشملها البترول الخام، وكل من هذه المكونات يسمى كسور وله درجة غليان منفصلة والتي تكون قادرة على تنفيذ عملية الفصل بواسطة التسخين إلى درجة التبخير.

س٤٥٣ : ما هو الفرق بين درجة الوميض المغلقة ودرجة الوميض المفتوحة وما هي العلاقة بينهما؟

ج: الفرق هو أنه يتم عمل اختبار مرة في وعاء مغلق ومرة أخرى في وعاء مفتوح. كما أن ٧٥°ف درجة الوميض المغلقة تعادل ١٠٠°ف درجة وميض مفتوحة.

س٤٥٤ : ما هو الناتج المتوسط للمنتجات التي تستخرج من خام البترول الأمريكي؟

ج: يختلف الناتج من البترول الخام إختلافًا كبيرًا ولكن المتوسط كالآتي: كحول الموتور ٢٦٪، البرافين ١٠٪، زيت التزييت ٦٪، وزيوت التزييت بدرجاتها المختلفة ٤٥٪ والمتبقي ١٣٪ وهو عبارة عن شمع البرافين وغيره.

س٤٥٥ : ما الذي يجب عملة لجعل كحول الموتور خالي من الكبريت مع شرح بإختصار كيف تتم معالجة هذا الموضوع لإزالة مكونات الكبريت؟

ج: تواجد الكبريت في كحول الموتور سوف يسبب عادم ذو رائحة غير ضارة. وبعد عملية التقطير يخضع كحول الموتور إلى عملية التنقية وتسمى بالتكرير وذلك عن خلط المحلول الكحولي بالكيماويات وغالبًا تكون حامض كبريتيك مركز مع التقليب التام بواسطة حقن الهواء المضغوط. وتتحد مركبات الكبريت مع الكيماويات المضافة التي سحبها بعد الترسيب. ثم يتم معادلة المحلول الكحولي بعد ذلك بالصودا الكاوية وأخيرًا يتم الغسل بالماء لإزالة أي صودا كاوية يمكن أن تكون متبقية.

س٤٥٦ : ما هو الوزن النوعي لخام البترول؟

ج: يختلف الوزن النوعي لخام البترول على مدى واسع طبقًا لمصدر البترول ومعدلاته تكون من ٠,٧٥ إلى واحد كحد أقصى ولكن نادرًا ما يزيد عن ٠,٩. مع العلم بأن الزيت الخام في بعض الآبار يطفو على سطح الماء حيث أنه إذا كان من نوع ردئ وثقيل جدًا نجد أن كمية كبيرة من المية تكون مختلطة مع البترول الخام عندما يترك البئر.

س٤٥٧: ما هو متوسط الوزن النوعي لكحول الموتور والبرافين والسولار والديزل والمازوت؟

ج: الأوزان النوعية التقريبية عند٦٠°ف هي كالآتي:

كحول الموتور	من ٠,٧٠ إلى ٠,٧٥
السولار	من ٠,٨٤ إلى ٠,٨٧
البرافين	من ٠,٧٩ إلى ٠,٨٢
زيت الديزل	من ٠,٨٥ إلى ٠,٩٠
الكحول	من ٠,٨٠ إلى ٠,٨٢
المازوت	من ٠,٩٠ إلى ٠,٩٧

س٤٥٨: ما هي القيم السعرية أو الحرارية لكحول الموتور والبرافين والكحول والسولار وزيت الديزل والمازوت؟

ج: متوسط القيم الحرارية كالآتي:

كحول الموتور	٢٠٢٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.T.U) لكل رطل
البرافين	١٩٤٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.T.U) لكل رطل
الكحول	١١٨٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.T.U) لكل رطل
السولار	١٩٤٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.T.U) لكل رطل
زيت الديزل	١٩١٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.T.U) لكل رطل
المازوت	١٨٥٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.T.U) لكل رطل

س٤٥٩: ما هو متوسط نقطة الوميض لكحول الموتور والبرافين والكحول والسولار وزيت الديزل والمازوت؟

ج: متوسط نقطة الوميض تكون كالآتي:

كحول الموتور	٣٢°ف
البرافين	٨٢°ف
السولار	١٧٥°ف
زيت الديزل	١٨٥°ف
المازوت	٢٣٠°ف

س٤٦٠: ما هو زيت القطران وكيف يتم الحصول عليه؟

ج: زيت القطران لونه أسود وهو سائل لزج وهو الذي يكون مائع في درجات حرارة الجو العادية ووزنه النوعي من ١,٠٠ إلى ١,٢ والقيمة الحرارية له هي حوالي ١٥٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u) لكل رطل ونقطة الوميض بين ٢٠٠ و٣٠٠°ف.

وقطـران الفحم يتم الحصول عليه من عملية كربنة الفحم البيتوميني ثم يقطر بعد ذلك هذا القطران وينتج زيت القطران.

س٤٦١: ما هو التقطير الهدام؟

ج: الـتقطير الهدام يعني أن الجوهر المتطاير للمادة التي تعالج يتم إطلاقها وذلك عن طريق تـسخين المـادة إلى الدرجـة الـتي توصـلها إلى الهدم أو التحلل في أوعية مقفلة تسمى معـوجات. كمـا أن الفحـم والزيت الحجري يخضعان للتقطير الهدام للحصول على مركبات أكثر قيمة.

س٤٦٢: أشرح بإختصار ما الذي يحدث أثناء تقطير قطران الفحم؟

ج: عـندما يـتم تـسخين قطران الفحم نجد أن أول الكسور التي تمر تحوي سائل نشادرى وبنـزين وزيـوت التـزييت وأخـيرًا يـتم تقطـير زيـت القطران تاركًا متبقي من القار (الـزفت). وأحـيانًا يـستخرج مـن زيـت القطـران حـامض الكربوليك ومواد أخرى مشابهة، أو أن الزيت يمكن استخدامه كوقود.

س٤٦٣: تـستخرج المـنتجات التـي لها قيمة من كل من الفحم والطين الصفحي بواسطة التقطير الهدام. إشرح بإختصار التغير الذي يحدث في كل حالة.

ج: عـندما يـتم تـسخين الفحـم إلى درجـة الإحمـرار في معوجة مقفلة وتكون غير متصلة بالجـو الخارجـي وينتـتج مـادة متطايرة ويترك متبقي من الكربون قابل للإحتراق وإسمه الـشائع الكـوك بيـنما الطـين الـصفحي عـندما يـتم تـسخينه إلى درجة الإحمرار في ظروف مماثلة ينتج مادة متطايرة والمتبقي مادة معدنية غير قابلة للإحتراق.

س٤٦٤: ما هو الناتج التقريبي من الزيت الحجري الخام؟

ج: يختلف الناتج للمنتجات المختلفة بدرجة كبيرة والآتي هو المتوسط الواضح لذلك:

نافتا	٪٧	زيت التزييت	٪١١
زيت الإضاءة	٪٢٨	شمع البرافين	٪١٠
المازوت	٪١٨	الراسب المتبقي	٪٢٦

س٤٦٥: مـا هـي كمـية الـزيت التـي يمكـن الحـصول علـيها مـن واحـد طن من الطين الصفحي؟

ج: الـزيت الـذي ينـتج من الطين الصفحي يختلف إختلافًا كبيرًا طبقًا للموقع الذي يتم الحـصول مـنه علـى الطـين الـصفحي وهـو يكون من ٢٠ إلى ٦٠ جالون لكل طن من الطين الصفحي.

س٤٦٦ : كيف يتأثر الوزن النوعي للوقود السائل بدرجة الحرارة؟

ج: بما أن كل درجات الزيوت تتمدد عندما يتم تسخينها فإن الوزن النوعي المعروف يكون صحيحًا فقط لدرجة حرارة معينة. والتصحيح الضروري للفرق في درجة الحرارة يتم بواسطة السماح بالتمدد للزيت. وبالنسبة لزيت الوقود المستخدم في محركات الديزل نجد أن معامل التمدد يكون عامة ٠٫٠٠٤ لكل درجة فهرنهيتية (°ف) في إرتفاع درجة الحرارة أو ٠٫٠٠٠٧٢ لكل درجة مئوية (C). والوزن النوعي للزيت ينخفض بإرتفاع درجة الحرارة وبالعكس تكون العلاقة.

س٤٦٧ : هل الغاز البترولي أخف أم أثقل من الهواء؟

ج: الغاز البترولي يكون ثقيل بشدة في حالة المقارنة مع الهواء لدرجة أنه في حالة إطلاقه إلى الجو الخارجي فإنه يميل للسريان في الإتجاه الذي يمكن أن يقابله.

س٤٦٨ : إشرح استخدام حواجز الشبكة السلك والتي تركب عادة لصهاريج الزيت والمواسير وكيف تعمل هذه الحواجز التي من الشبكة السلك؟

ج: جميع الفتحات المكشوفة لصهاريج الزيت والمواسير تكون أحيانًا مغطاه بشبكة من السلك وهو الشيء الذي يمنع مرور اللهب الذي يمكن أن يسبب إنفجار. ومن المعروف جيدًا أنه قبل حدوث حريق المادة القابلة للإشتعال يجب أن ترتفع درجة حرارتها لدرجة الإشتعال كما أنه إذا إنخفضت درجة الحرارة بعد الإشتعال إلى درجة أقل منها ينطفأ اللهب، واللهب المتوسط يمكن إخماده عن طريق مرور تيار من الهواء لتغطية اللهب مثل إطفاء أو إخماد لهب الشمعة. والسبب في ذلك أن هناك هواء أكثر من المطلوب للإحتراق يتزود به الغاز المحترق والهواء الزائد يميل إلى تبريد اللهب لدرجة أقل من درجة الإشتعال. والشبكة السلك تمنع مرور اللهب حيث أنها تفقد حرارتها بسرعة وعندما يحدث تلامس للشبكة مع اللهب فإنه يسبب تبريد اللهب إلى درجة أقل من درجة الإشتعال وبناء على ذلك لا يظهر لهب على الجانب الآخر من الشبكة إلا إذا حدث امداد حرارة أكثر عن الذي يمكن توصيلها وفي الحالة التي تصبح فيها الشبكة ساخنة لدرجة الإحمرار ويمر اللهب من خلالها.

س٤٦٩ : إذا اشتعلت النيران في كمية من الزيت فكيف يتم إخمادها بأفضل الطرق؟

ج: الحريق الذي يحدث في مكان محصور به غازات لا تساعد على الاحتراق مثل ثاني أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكربون التي يمكن استخدامها بنجاح وإذا أمكن إحكام الحيز الذي يحدث فيه الحريق ومنع وصول الهواء إليه الذي هو ضروري للاحتراق فإن اللهب سينطفئ عندما ينتهي الهواء في الحيز وعندما تكون النيران غير محاصرة أو في مكان مكشوف فإن أفضل طريقة لإخماد اللهب في غياب أجهزة الإطفاء

هـي تـسليط رذاذ المـاء علـى اللـهب مـع الرمل وحصائر الأسبستوس أو مادة أخرى خاملـة. مـع العلـم بأنـه في حالـة حـدوث حـريق للـزيت فـإن الماء الخارج من طرف الخـرطوم يكون غير فعال حيث أن الزيت أخف من الماء ولذلك يطفو فوق سطح الماء ويـستمر في الاحتراق. كما أن الماء الذي يستخدم بهذه الطريقة يكون خطر جدًا حيث أن المـاء يمكـن أن يـرتفع وينقل اللهب إلى أماكن أخرى. أما الماء الذي يستخدم على شـكل رذاذ يكـون في بعـض الأحـوال فعـال ومؤثـرًا وذلك لأنه يخفض درجة حرارة الـزيت إلى درجـة أقـل مـن درجة إشتعاله ولكن حينما يستخدم الماء في أي شكل من الأشـكال يجـب أن تكـون الوسائل متطابقة لتمنعه من التراكم والإنتشار، والغازات الـتي لا تساعد في الاحتراق وتكون أثقل من الهواء حيث أن إطلاقها سوف يسري إلى سطح الزيت المحترق.

س٤٧٠ :ما هي الاحتياطات التي تتخذ عادة لتقليل مخاطر الحريق؟

ج: الإحتياطات التي تتخذ كالآتي:

١- التهوية الجيدة.

٢- غسيل منتظم أسفل وأعلى الصهريج.

٣- منع التسرب للزيت.

٤- منع استخدام الأضواء المكشوفة في الأماكن التي تحوي غازات أو زيوت.

٥- تركيب الشبكة السلك فوق فتحات صهاريج الزيت.

س٤٧١ : كـيف يمكـن للـصهريج الـذي يمكـن تفـريغه حديـثًا أن يكون خاليًا من غاز الإنفجار؟

ج: يـسلط تـيار مـن الهـواء إلى قـاع الـصهريج لكي يطرد الغازات إلى الخارج من أعلى الـصهريج. وبمـا أن الغـاز الإنفجاري أثقل من الهواء فلا يمكن الحصول على النتائج المطلـوبة إذا سمـح للهـواء بالـسير إلى أعلى الصهريج كما يمكن أيضًا للصهريج بأن يكـون خاليًا من الغازات بواسطة البخار. وفي كل حالة يجب أن يتم تصفية الصهريج قـبل أن تـبدأ عملـيات طـرد الغـاز وإلا ستستغرق العملية وقتًا طويلاً. كما أن هناك طـريقة أخـرى وهـى ملء الصهريج بالماء مع الحرص الشديد الذي يجب أن يتخذ من أجـل عدم فيظ الصهريج إذا كان قد ترك به أي زيت. وطرق طرد الغاز بالبخار تكون كافـية جدًا لإخلاء الصهاريج من الغاز الإنفجاري. ويركب قاذف البخار على ماسورة تمـتد إلى أسـفل الـصهريج. وعـند طـرد الغـازات يجب أن يكون هناك مدخل للهواء النظيف إلى الصهريج.

س٤٧٢ : كيف يمكن اختبار الصهريج للتأكد من أنه خالي من الغاز الإنفجاري؟

ج: طريقة التأكد من الخلو من الغاز تتم عن طريق إدخال مصباح ضوئي أمان (Safety Lamp) إلى قاع الصهريج. فإذا توهج المصباح أو كان عاديًا فيدل ذلك على أن الصهريج يحتوي على هواء نقي. وإذا كان لون اللهب مائل إلى الأزرق فهذا يدل على أن الصهريج يحتوي على غاز إنفجاري.

س٤٧٣ : ما هي الرموز الكيميائية للغازات المتواجدة في صهاريج الزيت الفارغة؟

ج: يوجد غاز المبثين -GH_4 ويكون غاز إنفجاري شديد حينما يختلط بنسبة كافية من الهواء. وإذا تم إدخال المصباح الأمان في صهريج يحتوي على ثاني أكسيد الكربون فسوف ينطفئ المصباح. وتلك الناز يكون خانق.

س٤٧٤ : ما هو الفرق بين الزيوت المعدنية والزيوت الثابتة؟

ج: الزيوت الثابتة تحتوي على أحماض تسبب تآكل كيميائي بينما الزيوت المعدنية لا يوجد بها هذه الأحماض. وعندما يتم تسخينها بدرجة لتبخرها تتحلل الزيوت الحيوانية والنباتية.

س٤٧٥ : ما هي وظيفة زيت التزييت حينما يستخدم في المحامل؟

ج: وظيفة زيت التزييت هي فصل أسطح الإحتكاك المعدنية وبذلك تقلل المقاومات الإحتكاكية بواسطة تبديل إحتكاك المانع بالإحتكاك المعدني. وطبقة زيت التزييت لها سمك معين. وحينما تخضع للحرارة فإن الجزئيات لا تلتصق كما أن سمك طبقة الزيت يقل. وعندما يستخدم الضغط فإن طبقة الزيت يمكن أن تكون أكثر أو أقل مرونة وتنضغط الطبقة ويقل سمكها.

س٤٧٦ : ما الذي تعتمد عليه المقاومة الإحتكاكية؟

ج: تعتمد المقاومة الإحتكاكية على الآتي:

١- سرعة الأسطح الإحتكاكية (كما زادت السرعة كلما زاد الإحتكاك).
٢- مساحة الأسطح الإحتكاكية.
٣- سيولة الزيت (التي تعتمد على درجة الحرارة).
٤- الضغط الذي يجمع الأسطح الإحتكاكية مع بعضها.

ونظريًا نجد أن أسطح المعدن لكرسي التحميل ذات التزييت الجيد لا يمكن أن يكون لها تلامس فعلي بين الأسطح حيث أن المقاومة الإحتكاكية يجب أن تكون مستقلة للمادة التي تصنع منها كراسي التحميل ومع ذلك نجد أن المادة التعويضية للأسطح الإحتكاكية تؤثر في المقاومة الإحتكاكية حيث أنه حتى أنه عندما يكون هناك

امداد وفير لنوعية جيدة من زيت التزييت التي يزود بها كرسي التحميل نجد أن الجدران تكون مبطنة بمادة ضد الإحتكاك. وعندما يكون الزيت بارد ولزج فإن أسطح المعدن يمكن أن تكون بعيدة عن الإحتكاك ولكن عندما ترتفع درجة الحرارة يتحول الزيت إلى طبقة رقيقة وتكون أكثر للإنضغاط من بين الأسطح إلى الخارج كما أن السمك لطبقة الزيت يقل أثناء فترة الحد الأقصى للضغط أما طبقة الزيت التي من نوع الزيت الضعيف فسوف تقل كثيرًا للدرجة أن الأسطح المعدنية سوف تحدث تلامس وتآكل مفرط.

س٤٧٧: ما هي الخصائص الأساسية التي يجب أن تتوافر في زيت تزييت كرسي التحميل؟

ج: الخصائص كالآتي:

١- يجب أن يحتفظ الزيت بسيولته عند درجة حرارة التشغيل لكراسي التحميل بقدر الإمكان ويكون خالي من أحماض التآكل الكيميائي.

٢- يجب أن تكون درجة الوميض عالية نسبيًا حوالي ٤٠٠°ف.

س٤٧٨: كيف تحدث الغازات إنفجار في صندوق مرفق (علبة الكرنك) لمحرك مقفل نتيجة لتبخر الزيت عندما يكون المحرك في حالة تشغيل؟

ج: إشتعال الغازات يمكن حدوثه بسبب ذراع المكبس الساخن أو بسبب سخونة زائدة لكرسي التحميل في علبة المرفق. كما أنه يجب عدم السماح للأضواء المكشوفة داخل علب كرنك المحرك. وتقل خطورة الإنفجار داخل علبة المرفق للمحرك نتيجة كرسي التحميل الساخن وذلك إذا كانت جميع كراسي تحميل عامود الكامة وما يشابهها مبطنة بالمعدن الأبيض.

س٤٧٩: لماذا يكون من الضروري العناية الخاصة بكفاءة مرشحات زيت التزييت لمحرك مقفل؟

ج: يجب أن يكون الزيت خالي من المادة الصلبة وإلا ستتلف أسطح كرسي التحميل. كما أنه أيضًا يمكن للرواسب الناتجة من تلوث الزيت أن تترسب في الفتحات الصغيرة التي تغذي كراسي التحميل الصغيرة التي يكون موقعها داخل علبة الكرنك ويمكن تحدث لها إنسداد وينتج ذلك أن كراسي التحميل سوف تصبح ذات سخونة زائدة بدون أن تكشف. كما يجب أن تكون الفلاتر نظيفة عن طريق تنظيفها بالسولار. وإذا كان يستخدم برافين فإن حشو الفلتر يجب تصفيته جيدًا قبل تركيبه.

الاحتراق وكفاءة المحرك

س٤٨٠ : كيف تنتج الحرارة قدرة الوقود المطلق؟

ج: بواسطة عملية تسمى الاحتراق.

س٤٨١ : ما هو الاحتراق؟

ج: يعرف الاحتراق بأنه اتحاد كيميائي سريع لمادتين أو أكثر ينتج الحرارة ويتسبب الاحتراق في إنتاج القدرة ويكون هو الاتحاد الكيميائي للكربون والهيدروجين.

س٤٨٢ : هل خلط المواد بمفردها كافي لحدوث الاتحاد الكيميائي ويتسبب في الاحتراق؟

ج: لا فدرجة حرارة المخلوط يجب أن تكون عالية بدرجة كافية تكون السبب في اتحاد المواد. ومع ذلك نجد أنه عندما يبدأ الاحتراق فتحفظ درجة الحرارة أو تزيد بواسطة الاحتراق ذاته.

س٤٨٣ : ما هي نواتج احتراق الكربون والهيدروجين مع الأكسجين؟

ج: الاتحاد الكيميائي للكربون مع الأكسجين والهيدروجين مع الأكسجين ينتج مركبات غازية مختلفة. والكربون مع الأكسجين يكون مركبين يسميان ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون. والأيدروجين مع الأكسجين يكونان فقط مركب واحد يسمى الماء.

س٤٨٤ : ما هي الحالة الأخرى عدا النسبة الصحيحة للهواء ودرجة الحرارة الصحيحة وتكون ضرورية للاحتراق الصحيح؟

ج: يجب أن يتحد الكربون والأيدروجين بأكسجين كافي. واحتراق الكربون يكون جيد عندما يتحد بكمية كافية من الأكسجين لإنتاج المركب الغازي ثاني أكسيد الكربون (CO_2). أي أول أكسيد كربون (CO) يكون غير كامل أو غير تام الاحتراق نتيجة لإحتمال أن الهواء غير كافي. واحتراق الأيدروجين يكون تام عندما يتحد مع الكمية اللازمة من الأكسجين لينتج ماء (بخار) والذي يكون رمزه الكيميائي (H_{2o}). والهيدروجين يشتعل عند درجة حرارة منخفضة أقل من الكربون كما أن له أيضًا ألفة أكبر للأكسجين. ولذلك نجد أنه إذا كان الوقود يحترق بكمية أقل من الحد الأدنى للكمية النظرية للهواء المطلوب للإحتراق الكامل. فإن الهيدروجين سيأخذ النصيب الأول للأكسجين المتاح كما أن بعض الكربون سوف يكون إحتراقه غير كامل.

س٤٨٥: ما هي نسبة الأكسجين المطلوب للإحتراق الكامل لكل من الكربون والهيدروجين؟

ج: رطل واحد من الكربون يحتاج $2\frac{2}{3}$ رطل من الأكسجين، وواحد رطل من الهيدروجين يحتاج ٨ رطل من الأكسجين للإقتراب من الإحتراق الكامل. وكمية الهواء الضرورية للإحتراق الكامل لرطل واحد من الوقود السائل يكون نظريًا هو ١٤ رطل. الهواء المطلوب = الأكسجين المطلوب + ٠,٢٣٥

ومع ذلك نجد أنه عمليًا لا يمكن العمل فقط مع كمية الهواء النظرية الضرورية كما أن الزيادة الفعلية في الهواء يجب أن تكون متاحة لتأكيد الاحتراق الكامل. كما أن المسموح به في محركات زيت الوقود الحديثة هو حوالي ضعف كمية الهواء النظرية المطلوبة.

س٤٨٦: من أين يتم الحصول على الأكسجين الضروري للإحتراق؟

ج: الأكسجين الضروري للإحتراق يتم الحصول عليه من الهواء.

س٤٨٧: ما هي مكونات الهواء وما هي النسب الوزنية والحجمية له؟

ج: يحتوء الهواء على الأكسجين والنيتروجين بالنسب الآتية:

٢١٪ أكسجين و٧٩ نيتروجين وهي نسبة حجمية (حجمًا) ويحتوي على ٢٣٪ أكسجين و٧٧٪ نيتروجين نسبة وزنية (وزنًا).

س٤٨٨: عندما يحترق الكربون والهيدروجين تمامًا فما هي درجة الحرارة الناتجة وما عدد الوحدات الحرارية الناتجة؟

ج: عندما يحترق الكربون ليكون ثاني أكسيد الكربون فإن درجة حرارة الاحتراق تكون ٤٩٨٠°ف وكمية الحرارة الناتجة لكل رطل من الكربون تكون هي ١٤٦٤٧ وحدة حرارية بريطانية B.t.u. وعندما يحترق الهيدروجين ليكون ماء (H_2o) فإن درجة حرارة الإحتراق تكون ٤٥٠٠°ف. وكمية الحرارة الناتجة لكل رطل هيدروجين تكون ٦٢١٠٠ وحدة حرارية بريطانية B.t.u. وعندما يحترق الكربون لإنتاج أول أكسيد الكربون فإن كمية الحرارة الناتجة لكل رطل من الكربون تكون فقط ٤٤١٥ وحدة حرارية بريطانيةB.t.u .
ولذلك نجد أن هناك أهمية كبيرة لأن تكون هناك كمية كافية من الهواء لتحدث إحتراق كامل. وعندما يقال أن كمية الحرارة المنتجة بواسطة رطل واحد من الهيدروجين هي ٦٢١٠٠ وحدة حرارية بريطانية B.t.u عند اتحاده بكمية كافية من الأكسجين فيفترض أن ناتج الإحتراق (H_2o) يكون في حالة سائلة. وعندما يحترق الهيدروجين في إسطوانات محرك زيتي أو تحت الغلايات فإن الناتج يمر إلى الخارج عند

درجة حرارة أعلى من درجة الغليان للماء ولذلك يكون في حالة غازية. ويترتب على ذلك فقد الحرارة الكامنة للتبخر ولذلك نجد أن الوحدات الحرارية المتاحة تكون أقل من ٦٢١٠٠ لكل رطل. وكمية الحرارة المتاحة المنتجة بواسطة إحتراق رطل واحد من الهيدروجين تكون ٥٢٢٩٠ وحدة حرارية بريطانية B.t.u.

س٤٨٩: ما هو النيتروجين وما مدى تأثيره في عملية الإحتراق؟

ج: النيتروجين الذي يكون ٧٧٪ بالوزن من الهواء الجوي يكون غاز عديم اللون وهو غاز خامل. ولا يساعد في عملية الاحتراق ويقيد شدة الاحتراق ويقلل درجة حرارته.

س٤٩٠: ما هو المبدأ الأول الأساسي الذي يؤكد الاحتراق الجيد للوقود السائل؟

ج: يجب أن يرذذ (على هيئة رذاذ) أو بعبارة أخرى يجب أن يكون على هيئة ذرات صغيرة جدًا. وكلما كانت ذرات الوقود صغيرة جدًا كلما كان سطح أكبر معرض للهواء الذي يجب أن يتحد به. حيث أن احتراق أي وقود يتم كلية من السطح وكلما زاد سطح الوقود كلما كانت عملية الاحتراق اسرع وأكمل. كما أن ذرات الوقود يجب أن تكون على هيئة كريات صغيرة والتي يجب أن تحترق في زمن معين.

س٤٩١: ما هو متوسط مكون نواتج الاحتراق لرطل واحد لزيت وقود الديزل العادي؟

ج: المكون يكون تقريبًا كالآتي:

ثاني أكسيد الكربون (CO_2)	١١٪	أكسجين (O_2)	١١٪
بخار الماء (H_{2o})	٤٪	نيتروجين (N_2)	٧٣,٩٥٪
ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)	٠,٠٥٪		

كما أن تواجد النسبة الكبيرة للأكسجين يكون نتيجة لحرق الوقود في كمية زائدة من الهواء. ويلاحظ أن النيتروجين في الهواء والمستخدم في الاحتراق يتحمل عدم التغير الكيميائي وبما أنه يتم تصريفه عند درجة حرارة عالية ومتزايدة فهو المسؤول عن حمل كمية كبيرة للحرارة المنطلقة من الوقود.

س٤٩٢: ما هي أعلى درجة حرارة أو حرارة اللهب في إسطوانة محرك ديزل وهل تتغير طبقًا لكمية وقود تحترق في كمية هواء معينة؟

ج: اقصى درجة حرارة يمكن الوصول إليها تقريبًا ٣٠٠٠°ف. كما أن درجة حرارة اللهب لا تتغير مع كمية الوقود المحترق ولكن درجة حرارة محتويات الإسطوانة سوف تعتمد على كمية الوقود التي يتم حقنها داخل الإسطوانة. وكلما قلت كمية الوقود المحترق سوف تقل درجة حرارة محتويات الإسطوانة والعكس صحيح والحد الأقصى لدرجة حرارة اللهب يتم الوصول إليها فور الاشتعال للوقود وتستمر باستمرار امداد الهواء والوقود وعندما يزيد الاحتراق تتولد الحرارة بإنتظام وترتفع درجة حرارة محتويات

الإسطوانة تدريجيًا حتى يحترق الوقود كلية والتي تصل درجة حرارة محتويات الإسطوانة عندها إلى الحد الأقصى.

س٤٩٣: كيف يحدث اشتعال الوقود في إسطوانات محرك الديزل؟

ج: تمتلئ الإسطوانة بهواء نقي ويندفع المكبس بعد ذلك في الاتجاه إلى الداخل وينضغط الهواء يضغط من ٤٦٠ إلى ٥٠٠ رطل/بوصة مربعة. وهذا الضغط يرفع درجة حرارة الهواء إلى ٩٠٠°ف - ١٢٠٠°ف أو إلى درجة حرارة أعلى من درجة اشغال الوقود. وعندما تصل درجة الحرارة والضغط إلى الحد الأقصى تبدأ عملية الحقن والاحتراق ويستمر ذلك حتى ينتهي الوقود.

س٤٩٤: متى يتم حقن الوقود داخل الإسطوانة وما العمليات التي تتم خلال ذلك؟

ج: عندما يدخل الوقود الإسطوانة فإنه يمر خلال عمليتين واضحتين قبل أن يبدأ الاحتراق الصحيح.

الأولى هي أن الوقود يتم ترذيله (رذاذ) أو يجزأ إلى ذرات صغيرة جدًا. وهذه الذرات الصغيرة من الوقود تدخل الإسطوانة على شكل رذاذ وعندها تتلامس مع الهواء الساخن في الإسطوانة فإنها تتبخر تدريجيًا والعناصر القابلة للإحتراق في بخار الزيت والهواء يتحدان بعد ذلك وتبدأ عملية الإحتراق.

س٤٩٥: عندما يتم حقن الوقود داخل الإسطوانة لمحرك ديزل هل يحدث إنفجار؟

ج: لا - حيث أن حقن الوقود يتم تدريجيًا ومرتب بطريقة بحيث لا يكون هناك إنفجار ولكن بدلاً من أن تتأخر فترة الحرق حتى يتم امداد الإسطوانة بالوقود فيتم إيقافة.

س٤٩٦: ما هي درجات الحرارة التقريبية في إسطوانة محرك ديزل رباعي الأشواط لكل من:

١- الهواء عند بداية مشوار الإنضغاط

٢- الهواء عند نهاية مشوار الإنضغاط

٣- غازات الاحتراق في نهاية فترة الإحتراق

٤- الغازات المحترقة في نهاية فترة التمدد

٥- الغازات في ماسورة العادم

ج: مع درجة حرارة الجو ٦٠°ف تكون درجات الحرارة تقريبًا كالآتي:

١- الهواء عند بداية مشوار الإنضغاط	١٣٠°ف
٢- الهواء عند نهاية مشوار الإنضغاط	١٢٠٠°ف
٣- غازات الاحتراق في نهاية فترة الإحتراق	٣٠٠٠°ف

٤- الغازات المحترقة في نهاية فترة التمدد ١٠٠٠°ف
٥- الغازات في ماسورة العادم ٧٥٠°ف وذلك عندما يعمل المحرك بكامل القدرة

وكل شحن هواء يأخذ حرارة من جدران الإسطوانة لدرجة أن درجة حرارته تزيد قبل أن يبدأ الإنضغاط. وسبب الهبوط الكبير في درجة حرارة الغاز عندما يدخل ماسورة العادم يكون نتيجة لتمدده المفاجئ عندما ينصرف من الإسطوانة. ودرجة حرارة الغازات في ماسورة العادم لمحرك ثنائي الأشواط تكون تقريبًا ٤٥٠°ف. وهذه الدرجة الأقل إنخفاضًا تكون نتيجة لتأثير التبريد الناتج من هواء الكسح وهناك جزء منه يمر إلى داخل ماسورة العادم مع امتداد غازات العادم.

س٤٩٧: ما معنى مصطلح الكفاءة الحجمية ومتى تستخدم في محرك إحتراق داخلي؟

ج: الكفاءة الحجمية لمحرك ديزل هي قياس مدى الكفاءة التي معها يمكن لمشوار السحب أن يتم أداؤه في إعادة شحن الإسطوانة بالهواء النقي لعملية الاحتراق التالية. ويمكن تعريف الكفاءة الحجمية لإسطوانة محرك الديزل بأنها هي حجم الهواء عند الضغط الجوي ودرجة الحرارة الذي يتم سحبه إلى الداخل أثناء مشوار سحب المكبس مقسومًا على الحجم المزاح بواسطة الكمبس. ولذلك نجد أنه إذا كان المكبس ليس له خلوصات طرفية والضغط في الإسطوانة عند نهاية المشوار يكون ضغط جوي فإن الكفاءة الحجمية سوف تكون في هذه الحالة ١٠٠٪.

س٤٩٨: في أي حالة تكون الكفاءة الحجمية لمحرك ديزل هامة؟

ج: عندما تكون قدرة الخرج لمحرك معين من خلال حدود معينة متناسبة مع كمية الهواء النقي المتواجد في الإسطوانات عندما يبدأ الاحتراق تكون الكفاءة الحجمية العالية مطلوبة جدًا.

س٤٩٩: ما الذي يؤثر في الكفاءة الحجمية لمحرك ديزل وأذكر كيف تتأثر؟

ج: إذا كانت سرعة المكبس زائدة أو إذا كانت ممرات الهواء إلى الإسطوانة مقيدة فسينتج عن ذلك ضغوط سحب أقل وستقل الكفاءة الحجمية. كما أن ضغوط الإسطوانة العالية أو أي شيء آخر مثل الإحتراق الغير جيد للوقود والذي سوف يزيد من درجة حرارة الغازات سوف يقلل أيضًا الكفاءة الحجمية. وكلما زادت درجة حرارة غازات العادم المتبقية في الإسطوانة عند نهاية مشوار العادم فستزيد درجة حرارة المخلوط (هواء نقي مع غاز خامل) عند نهاية مشوار السحب ويترتب على ذلك أن الوزن المنخفض للهواء سوف يتم سحبه إلى داخل الإسطوانة. كما أن الكفاءة الحجمية لمحرك يعمل بسرعة مكبس ٤ متر/ثانية ويتحمل ضغط من ٩٠ إلى ١٠٠ رطل/بوصة مربعة فإن الضغط المتوسط الفعال يكون تقريبًا ٩٠٪.

س٥٠٠: كيف يتم حقن الوقود داخل الإسطوانات لمحرك ديزل؟

ج: طريقة حقن الوقود الأكثر شيوعًا تكون بواسطة الهواء المضغوط بدرجة عالية. وهذه الطريقة تسمى بطريقة الحقن الهوائى. والطريقة الأخرى تعرف بنظام الحقن الجاف أو الحقن الميكانيكي. وفي نظام الحقن الهوائي نجد أن كمية الوقود الفعلية التي يتم حقنها كل دورة يتم ضخها إلى داخل صمام الحقن الذي يكون دائمًا مملوء بالهواء عند ضغط من ٨٠٠ إلى ١٠٠٠ رطل/بوصة مربعة أو عند حوالي ضعف الضغط في الإسطوانة عند نهاية مشوار الإنضغاط ويدخل الوقود المشحون إلى صمام الحقن بالقرب من القاع. حيث أنه عندما يفتح الصمام فإن الكمية المشحونة الكلية للوقود تدخل إلى داخل الإسطوانة. وقبل أن يصل الوقود إلى الإسطوانة يمر خلال مرذاذ يقع عند النهاية السفلى لصمام حقن الوقود (الرشاش). ووظيفة هذا المرذاذ هو تقسيم الوقود إلى ذرات صغيرة جدًا بحيث تكون أكثر استعداد للحرق. وفي نظام الحقن الجاف أو الميكانيكي نجد أن صمام حقن الوقود (الرشاش) والماسورة التي توصله بمضخة الوقود يكونا دائمًا مشحونان تمامًا بالوقود (في حالة ملئ كامل). وضغوط الحقن المستخدمة تكون معدلاتها هي بين ١٠٠٠-٨٠٠٠ رطل/بوصة مربعة وفي بعض أنواع المحركات نجد أن الوقود يكون امداده لجميع الإسطوانات من ماسورة رئيسية. وصمام حقن الوقود (الرشاش) يعمل ميكانيكيًا بواسطة كامة وذراع حيث أنه في المحركات الأخرى نجد أن كل سلندر له مضخة وقود منفصلة والتي تفتح أتوماتيكيًا صمام الوقود (الرشاش) حينما تبدأ الطرد.

س٥٠١: إلى أي ضغط يضغط الهواء في الإسطوانات لمختلف أنواع محركات أنواع وقود الديزل الثقيل؟

ج: في المحرك الرباعي الأشواط يكون الضغط للحقن الهوائي من ٤٦٠-٤٨٠ رطل/بوصة مربعة. وفي المحرك الرباعي الأشواط يكون ضغط الحقن الجاف من ٣٢٠-٤٠٠ رطل/بوصة مربعة. وفي المحرك الثنائي الأشواط يكون ضغط الحقن الهوائي ٥٠٠ رطل/بوصة مربعة. وفي المحرك الثنائي الأشواط يكون ضغط الحقن الجاف ٤٥٠ رطل/بوصة مربعة.

س٥٠٢: متى يستخدم زيت القطران كوقود لمحركات الديزل وما هي الترتيبات الخاصة التي تزود بها من أجل الاحتراق الجيد؟

ج: زيت الوقود الأخف الذي هو أكثر استعدادًا للإشتعال يتم حقنة أولاً داخل الإسطوانة وذلك مع عامل رفع درجة حرارة محتويات الإسطوانة بدرجة تكفي لإشعال زيت القطران الأثقل. ومن المعتاد عمليًا أن يزود المحرك بعدد أثنين مضخة منفصلتين

واحدة منهم من أجل الوقود الخفيف أو الإشعال كما تسمى بذلك والأخرى من أجل زيت القطران. وتقوم مضخة الوقود الخفيف أولاً بتصريف ٥٪ من إجمالي الشحن داخل صمام حقن الوقود. وبعد ذلك يكون توقيت مضخة وقود زيت القطران بحيث تبدأ في التصريف حيث أنه عندما يفتح صمام حقن الوقود يدخل الوقود الخفيف أولاً إلى الإسطوانة.

س٥٠٣: هل يمكن الحصول على إشعال لوقود القطران في محركات الديزل بدون الحاجة إلى نسبة معينة من الوقود الخفيف؟

ج: يمكن الحصول على إشعال بواسطة إنضغاط الهواء داخل الإسطوانة إلى ضغط أعلى حيث أن ذلك يعطي درجة حرارة أعلى. ومع ذلك نجد أن زيادة ضغط الإنضغاط صعب المنال حيث أن هذا يستدعي إنشاءات خاصة في كل انحاء المحرك وهذا غير مطلوب. فضلاً عن أن محرك الديزل العادي يعتبر ثقيل بالنسبة للقدرة المنتجة كما أن هدف المصممين هو تخفيض الوزن لكل وحدة خرج للقدرة.

س٥٠٤: هل إستهلاك محرك ديزل يعمل على وقود القطران أكبر من الإستهلاك في حالة هذا المحرك على وقود بترولي عادي؟ وإذا كان كذلك فما هو السبب؟

ج: القيمة الحرارية لوقود القطران تكون تقريبًا ١٥٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u) لكل رطل مقابل ١٩٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u) في حالة الوقود البترولي. ولذلك فإن إستهلاك المحرك الذي يستخدم وقود القطران سيكون أكبر عندما يعمل على الوقود البترولي العادي. وكميات إستهلاك الوقود لكلا الحالتين تتناسب مع القيم الحرارية لهما. فإذا كان محرك يستهلك ٠,٤ رطل لكل حصان فرملي (B.H.P) في الساعة لوقود قيمته الحرارية ١٩٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u) فيكون الإستهلاك كالآتي:

(١٩٠٠٠×٠,٤)÷١٥٠٠٠=٠,٥ رطل لكل حصان فرملي (B.H.P)

من وقود القطران ذات قيمة حرارية ١٥٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u).

س٥٠٥: ما المقصود بالمدى الإنفجاري explosive range عندما يطلق على وقود مثل البترول؟

ج: المدى الإنفجاري هو الفرق بين نسبة الحد الأقصى والحد الأدنى لبخار الوقود إلى الهواء اللازم لحدوث إنفجار.

س٥٠٦: ما هي النسبة التي تحدث غالبية الإنفجار الشديد؟

ج: كمية بخار البترول اللازمة لتكوين مخلوط إنفجاري مع الهواء تختلف من ٢ إلى ٥٪ من حجم الهواء. والمخلوط الذي يتكون من ٩٨٪ من الهواء، ٢٪ من بخار البترول سوف

يحدث فقط إنفجار بسيط ولكن تزيد شدة الإنفجار تزيد حتى يحتوي المخلوط على ٣٪ من بخار البترول وهي النقطة التي يحدث عندها الإنفجار الشديد. وبعد هذه النقطة نجد أنه كلما تزيد نسبة بخار البترول يصبح هناك تهيأ أكثر للإنفجار حتى يصل تكوين المخلوط ٩٥٪ من الهواء و٥٪ من بخار البترول عندما يكون عمليًا مخلوط غير إنفجاري.

س٥٠٧: ما هو تأثير الإرتفاع على عملية الاحتراق في محرك الإحتراق الداخلي الوزن بالنسبة لكل قدم مكعب من الجو الخارجي عند الإرتفاعات الأعلى؟

ج: يكون منخفضًا. وبالتالي فإن كمية الأكسجين المتواجدة في الهواء تسحب إلى داخل الإسطوانة أثناء مشوار السحب وتكون اقل ولذلك يجب أن تقل نسبة الوقود المحقونة نسبيًا أو يكون هناك شحن زائد للإسطوانات إذا إستمر الإحتراق الكامل للوقود.

س٥٠٨: ما المقصود بالحجم الخلوصي للإسطوانة وما هي قيمته المعتادة عمليًا؟

ج: حجم خلوص الإسطوانة هو الحيز أوالفراغ الذي يشغله الهواء حينما يكون الإنضغاط له نهائي وعادة يكون حوالي ٨٪ من الحجم المزاح بواسطة المكبس خلال شوط أو مشوار كامل. وبصفة عامة يعبر عن حجم الخلوص بأنه الحجم المزاح بواسطة المكبس (البستم).

س٥٠٩: كيف تكون الكفاءة في محرك الديزل أعلى من محركات الإحتراق الداخلي الأخرى؟

ج: عدم تواجد الوقود في الإسطوانات لمحركات الديزل أثناء عملية الإنضغاط يجعل من الإشتعال المسبق مستحيلاً لذلك يجب أن تستخدم ضغوط إنضغاط أعلى حيث أنها تعمل على الكفاءة الزائدة.

س٥١٠: ما هي الكفاءات الحرارية الفرملية بالتقريب لمختلف أنواع محركات الإحتراق الداخلي؟

ج:

محرك الديزل الرباعي الأشواط	٣٤٪	محرك شبه ديزل	٢٣٪
محرك الديزل الثنائي الأشواط	٢٩٪	محرك البنزين	٢٠٪

س٥١١: ما المقصود بالكفاءة الحرارية البيانية والكفاءة الحرارية الفرملية لمحرك ديزل؟

ج: الكفاءة الحرارية البيانية هي قياس الوحدات الحرارية الذي يحتويها الوقود التي تتحول إلى شغل أوقدرة بيانية في إسطوانات المحرك بينما الكفاءة الحرارية البيانية

تعطي هذه الوحدات الحرارية المحولة إلى شغل عند حدافة المحرك. والكفاءات الحرارية الفرملية تكون شائعة الإستخدام بصفة عامة كما أنها توضح بطريقة صحيحة أكثر كفاءة المحرك.

س٥١٢: إذا كانت الكفاءة الحرارية لمحرك ديزل هي ٣٤٪ فما الذي يحدث لنسبة ٦٦٪ الباقية من الحرارة المنطلقة بالإحتراق في الإسطوانة؟

ج: حوالي ٢٥٪ تمر خلال الجدران المحيطة لغرفة الإحتراق مثل جلب الإسطوانة (القمصان) ورؤس الإسطوانة والمكابس (البساتم) إلى مياه التبريد. وحوالي ٢٥٪ تقريبًا تمر مع غازات العادم التي تطرد إلى الخارج والباقي يتم فقده في التغلب على مقاومة الإحتكاك. والمصادر الرئيسية لمقاوم الإحتكاك هي حلقات المكبس (الشنابر) والصمامات المنزلقة وكراسي التحميل وترس إدارة عامود الكامة.

س٥١٣: هل تستقبل مياه التبريد حرارة من أي مصدر بعيد عن الإحتراق؟

ج: الإحتكاك في المحرك ينتج حرارة ومعظم هذه الحرارة يحملها زيت التزييت ومن ثم على مياه التبريد أو إشعاعها إلى الخارج. أما الحرارة التي تنتج بواسطة إحتكاك شنبر المكبس سوف تمر إلى مياه التبريد.

س٥١٤: هل تمت أي محاولة لعلاج أو إستخدام الحرارة التي تحمل إلى الخارج بواسطة مياه التبريد وغازات العادم لمحرك ديزل؟

ج: درجة حرارة مياة التبريد المنصرفة تكون منخفضة جدًا لتفيد في الإستخدام وفي بعض الحالات تمرر غازات العادم من خلال الغلاية لتوليد البخار لإدارة الآلة المساعدة. بينما في حالات أخرى تستخدم الغازات في إدارة البلاور للشحن الزائد للإسطوانات.

س٥١٥: غالبًا ما يذكر أن نسبة مئوية كبيرة من الحرارة التي في الوقود يتم فقدها في مياه التبريد وغازات العادم وبالإشعاع إلى آخره. ما المقصود بذلك؟

ج: أي محرك يمكن معرفة كمية إستهلاكه في الساعة. وإذا كانت القيمة الحرارية أو عدد الوحدات الحرارية معروفة أيضًا للوقود فإن إجمالي الوحدات الحرارية التي يتم امدادها للمحرك يمكن حسابها بسهولة. وبعض هذه الوحدات الحرارية تتحول إلى شغل مفيد بينما تفقد الوحدات الحرارية الأخرى في مياه التبريد وغازات العادم إلى آخره وإذا أضيفت هذه الوحدات جميعها مع بعضها فإنها تعادل عدد الوحدات الحرارية في الوقود الذي يتم امداده إلى المحرك. ولذلك حينما يقال أن نسبة مئوية كبيرة من الحرارة تحملها مياه التبريد إلى الخارج فتكون هي النسبة الفعلية للوقود

الـذي تم فقـده لضرورة المحافظة على درجة حرارة الإسطوانات من خلال معدل بسيط وذلك من أجل إمكانية تزييت المكبس (البستم).

س٥١٦ : كيف يتم تحديد كمية الحرارة المفقودة في مياة التبريد لمحرك ديزل؟

ج: عـدد الـوحدات الحـرارية المحمـولة إلى الخـارج بواسطة مياه التبريد لكل ساعة يكون مـساوي لكمـية المـياه المتداولة في الساعة مضروبًا في عدد درجات الحرارة الفهرنهيتية وهـــي الإرتفاع في درجة حرارة المياه. ويجب أن نتذكـر أن الوحـدة الحرارية البريطانية (B.t.u) كمـية الحـرارة اللازمـة لـرفع درجـة حـرارة واحد باوند من الماء درجة واحدة فهـرنهيتية بحـيث أنـه بحساب بسيط يمكن كشف كمية الوقود المفقود نتيجة للحرارة الـتي تكـون محمـولة إلى الخـارج بواسطة مياه التبريد. وهكذا إذا إرتفعت درجة حرارة ١٠٠٠ رطـل مـن المـياه ٥٠°ف في الـساعة والقـيمة الحـرارية للوقود تكون ١٩٠٠٠ وحدة حـرارية بـريطانية (B.t.u) فـإن كمـية الوقود المفقودة بهذه الطريقة ستكون تقريبًا ٢,٦ رطـل في الـساعة وأكثـر مـن ذلـك أنه إذا كان مطلوب معرفة الحرارة المفقودة في مياه التـبريد بالنـسبة لمـصطلحات الـشغل أوالقـدرة فيلزم فقط في هذه الحالة أن نضرب عدد الوحدات الحرارية المفقودة في المكافئ الميكانيكي للحرارة وهو ٧٧٨.

س٥١٧ : كـيف يـتم تحديد كمية الوحدات الحرارية التي تمر إلى الخارج مع غازات العادم لمحرك ديزل؟

ج: مـن الـصعب جدًا القياس بدقة لكمية غازات العادم حيث أن الحرارة المفقودة يكون حـسابها عـادة بطـرح كمية الوحدات الحرارية المحولة إلى شغل المفقودة في مياه التبريد والإحـتكاك مـن العـدد الإجمالي للوحدات الحرارية في مستهلك الوقود. وكمية الفقد في الحـرارة في غـازات العـادم يمكـن إيجادهـا بالتقـريب بواسـطة قـياس كمـية الهواء المـسحوب إلى داخل إسطوانات المحرك وبيان الفرق في درجة الحرارة بين الجو الخارجي وغازات العادم.

س٥١٨ : مـا هـي درجـات حـرارة العـادم بالتقريب في محركات الديزل رباعية الأشواط وثنائية الأشواط؟

ج: درجـات حـرارة العـادم للتـشغيل الـصحيح للمحـركات تعتمد على القدرة المنتجة. والمحـرك العـادي الـذي يعمـل تحـت تأثير حالات حمل تكون عادة درجة الحرارة لعادم المحـرك الرباعي ٧٥٠°ف والمحرك الثنائي تكون درجة حرارة العادم ٤٥٠°ف (درجة حرارة العادم ٧٥٠°ف = ٣٩٧°م) و(درجة حرارة العادم ٤٥٠°ف = ٢٣٢°م تقريبًا). مع العلم بأن درجـة حـرارة العـادم الـتي توضـحها الترمومترات أو البيرومترات المستخدمة تعتمد بدرجـة كبيرة على مواسير العادم المبردة أو الغير مبردة وتعتمد أيضًا على المسافة التي يخضع لها الترمتر في ماسورة العادم.

س٥١٩: لماذا تكون درجة حرارة غاز العادم لمحرك رباعي الأشواط أعلى من درجة حرارة غاز العادم لمحرك ثنائي الأشواط بنفس القدرة؟

ج: غاز العادم الصادر من محرك ثنائي الأشواط يحتوي نسبيًا على كمية هواء كسح درجة حرارته منخفضة وبالتالي فإن الحجم الكلي لغاز عادم هذا النوع من المحركات يكون أكبر وذات درجة حرارة أقل إنخفاضًا من غاز العادم تكون محرره في وقت مبكر أكثر في المحركات الثنائية الأشواط حيث أن درجة الحرارة عند نقطة التحرر تكون فعليًا أعلى من درجة الحرارة للغازات التي تحرر من إسطوانة المحرك الرباعي.

س٥٢٠: لماذا تكون درجة حرارة غاز العادم في المحرك ذات السرعة العالية تكون أعلى من التي في المحرك ذات السرعة البطيئة؟

ج: لأن سرعة المكبس في النوع الأول للمحرك تكون عامة أكبر وبالتالي يكون هناك زمن أقل لتمدد الغازات لتسليم الحرارة لمياه التبريد المتداولة في جاكيتات التبريد للإسطوانة حيث أنها تتسرب عند درجة حرارة أعلى نسبيًا.

س٥٢١: ما مدى تأثير إنخفاض درجة حرارة جاكيت إسطوانة منخفضة على المحرك؟

ج: إنخفاض درجة حرارة جاكيت إسطوانة معناه هو معدل أكبر في درجة الحرارة بين داخل وخارج جلبة الإسطوانة ويترتب على ذلك سريان زائد للحرارة. ولذلك سوف تمتص حرارة أكثر بواسطة مياه التبريد والفقد حيث أن الكفاءة الحرارية للمحرك سوف تنخفض.

س٥٢٢: في حالة المحرك الذي يخضع لأحمال مختلفة هل تبقى الكفاءة الحرارية العالية كما هي عندما يعمل على أحمال مختلفة؟

ج: لا عندما يقل الحمل على المحرك أو بعبارات أخرى عندما يقل خرج القدرة فإن الكفاءة الإجمالية للمحرك تقل وبالتالي فإن إستهلاك الوقود لكل حصان منتج يزيد. وتفسير ما سبق ذكره أن تلك النسبة الأكبر من القدرة المنتجة تستخدم في التغلب على المقاومات الإحتكاكية. وللإيضاح أكثر تفترض أننا نتعامل مع محرك يستهلك وقود ٠،٣ رطل لكل حصان بياني والضغط المتوسط الفعال هو ٩٥ رطل/بوصة مربعة عندما يعمل في حالات الحمل الكامل. ومن ٩٥ رطل للضغط الذي يؤثر على المكبس أثناء المشوار الفعال سوف تفترض أن ٢٠ رطل/بوصة مربعة إمتصاصها يكون في التغلب على الإحتكاك. وهكذا يكون هناك ٧٥ رطل/ بوصة مربعة تبذل شغل مفيد والوقود المستهلك سوف يكون:

(٩٥ × ٠،٣) ÷ ٧٥ = ٠،٣٨ رطل

والأن أفرض أن الحمل على المحرك ينخفض والضغط المتوسط الفعال الذي يؤثر على المكبس وجد أنه ٦٠ رطل/بوصة مربعة.

وعندما تكون الفقودات الإحتكاكية متماثلة فإن الضغط المتوسط الفعال يبذل شغل مفيد وسيكون:

٦٠ – ٢٠ = ٤٠ رطل/ بوصة مربعة

وإستهلاك الوقود للحمل الأخف سوف يكون:

(٦٠ × ٠,٣) ÷ ٤٠ = ٠,٤٥ رطل لكل حصان قدره فرملي (B.H.P)

والإستهلاك التقريبي للوقود لكل ساعة للحمل الكامل و $\frac{3}{4}$ الحمل و $\frac{1}{2}$ الحمل و $\frac{1}{4}$ الحمل كالآتي:

الحمل الكامل = ٠,٤ رطل $\frac{3}{4}$ الحمل load = ٠,٤٢ رطل

$\frac{1}{2}$ الحمل load = ٠,٤٦ رطل $\frac{1}{4}$ الحمل load = ٠,٥٤ رطل

س٥٢٣: إذا كانت هناك كفاءة ميكانيكية معينة لمحرك فكيف يمكن تحديد كمية الوقود المستنفذة في التغلب على المقاومات الإحتكاكية؟

ج: يتم أولاً تحديد القدرة الحصانية البيانية (.I.H.P) المستنفذة في التغلب على الإحتكاك وذلك بطرح الكفاءة الميكانيكية من المثالية (١٠٠٪) ثم يضرب الناتج في القدرة الحصانية البيانية الكلية (.I.H.P) للمحرك وحيث أن واحد حصان قدرة بيانية (.I.H.P) في الساعة يعادل ٢٥٤٥ وحدة حرارية بريطانية (B.t.u) في هذه الحالة يمكن حساب الفقد الكلي في الحرارة الذي يتغلب على الإحتكاك. وعند الحصول على عدد وحدات الفقد في الحرارة بهذه الطريقة فيلزم فقط أن يقسم هذا العدد على القيمة الحرارية للوقود لمعرفة كمية الوقود المستنفذة في الساعة في التغلب على الإحتكاك. وفي بعض الأحيان نجد أن مصطلحات الكفاءة الميكانيكية الإجمالية والكفاءة الميكانيكية الصافية تكون متداولة عمليًا في محرك الديزل. كما أن الكفاءة الميكانيكية الإجمالية لا تأخذ في حساباتها أي شغل مبذول لتشغيل معدات أخرى مساعدة ولذلك فهي ناتج قياس القدرة المنتجة عند الحدافة (B.H.P) مقسومة على القدرة المنتجة في الإسطوانات أو (B.H.P). والإهتزاز الذي يحدث في المحرك يمكن التحكم فيه أو منعه بواسطة التوازن التام للأجزاء المتحركة. وإذا لم يتم التوازن التام للأجزاء فيمكن التحكم في الإهتزاز الناتج بواسطة إخماده بدرجة كبيرة عن طريق الأساس الصلب الجيد والتثبيت المتين. والإهتزاز الذي يحدث في المحرك يكون غالبًا نتيجة القوى الغير متوازنة التى تسبب إلتواء أماكن التثبيت.

س٥٢٤: ما هو إهتزاز اللي أو التذبذب مع ذكر مثال بسيط عن تذبذب اللي؟

ج: إهتزاز اللي أو التذبذب يحدث عندما يتأثر جسم مرن (كل المعادن تكون أكثر أو أقل مرونة) بقوة إلتواء ثم يتحرر فجأة.

والمثال البسيط هو عامود صلب طويل له قطر صغير نسبيًا مثبت من طرف واحد وله عجلة ثقيلة مثبتة في الطرف الأخر وإذا دارت العجلة لفترة ثم تحرر دورانها فجأة فسوف تتذبذب أو تهتز حول مركزها الأصلي أو الطبيعي حتى تتشتت الطاقة المبذولة في تدوير العجلة في الإحتكاك أو بواسطة قوة مضادة التي تجعل الإهتزاز يتلاشى.

س٥٢٥: ما هي المكونات والخصائص الطبيعية للمعدن الأبيض؟

ج: متوسط مكونات المعدن الأبيض (السبيكة البيضاء) هو كالآتي:

قصدير ٨٤٪ نحاس أحمر ٧٪ أنتيمونيا ٩٪

والخصائص الطبيعية للمعدن من النوع الجيد وغير إحتكاكي تكون كالآتي:

قوة الشد القصوى : من ٥ إلى ٦ طن/ بوصة مربعة.

حد المرونة : من ٢ إلى ٣ طن/ بوصة مربعة.

أما الكفاءة الميكانيكية الصافية تأخذ هذا الشغل في حساباتها حيث أن الوصول إلى قيمتها يعني أن القدرة المطلوبة لتشغيل المعدات المساعدة الأخرى يجب أن تخصم أولاً من القدرة الحصانية البيانية.

س٥٢٦: ما هي الكفاءة الميكانيكية الإجمالية؟

ج: الكفاءة الميكانيكية الإجمالية = $\frac{B.H.P.}{I.H.P.} \times 100$

أي :

الكفاءة الميكانيكية الإجمالية =

القدرة الحصانية الفرملية ÷ القدرة الحصانية البيانية × ١٠٠

س٥٢٧: ما هي الكفاءة الميكانيكية الصافية؟

ج: الكفاءة الميكانيكية الصافية = (B.H.P × 100) ÷ (I.H.P أخرى للمعداتا I.H.P) -

أي:

الكفاءة الميكانيكية الصافية =

(القدرة الحصانية الفرملية × ١٠٠) ÷ (القدرة الحصانية البيانية - القدرة البيانية للمعدات الأخرى)

أعمدة الكرنك وكراسي التحميل

Crank Shafts and Bearings

س٥٢٨: ما هي قيمة قوة الشد والنسبة المئوية للإستطالة في المواد التي تستخدم بصفة عامة في أعمدة الكرنك؟

ج: قوة الشد القصوى تكون ما بين ٢٨ و٣٢ طن/بوصة المربعة (كما أن قوة الشد تقاس أيضًا بالنيوتن وكيلوجرام/سم^{٢}) والإستطالة تكون بين ٢٥ و٢٩٪. أما بالنسبة للآلات المساعدة فتكون أعمدة الكرنك فيها من صلب له إستطالة حوالي ٣٤ طن/بوصة مربعة وإستطالتها تكون حوالي ٢٥٪. وفي الحالات التي يكون فيها إعتبار الوزن هامًا يكون صلب النيكل يكون له قوة شد لا تقل عن ٤٥ طن وإستطالة لا تقل عن ٢٢٪.

س٥٢٩: ما هو الإنكماش المسموح به لأعمدة الكرنك؟

ج: الإنكماش المسموح عادة يكون ما بين ١,٥ إلى ١,٧٥ من الألف من البوصة لكل بوصة من قطر العامود.

س٥٣٠: ما الذي يحدث إذا كان الإنكماش المسموح به (أ) صغير جدًا (ب) كبير جدًا؟

ج: إذا كان الإنكماش المسموح به صغير جدًا فسيكون له خطورة على بنوز وأجزاء الأعمدة ويصبح بها إرتخاء (أوتبويش) أما إذا كان الإنكماش المسموح به كبير جدًا فإن الأجزاء التي حول الفتحات في الأعمدة يحدث لها إجهاد زائد مع الوصول إلى حد المرونة. والوصول إلى الحد المرن في الصلب أو أي معدن آخر يحدث عندما تتوقف المادة عن تقديم المقاومة التي تغير الشكل.

س٥٣١: ما هي العناصر التي يعتمد عليها قطر عامود الكرنك؟

ج: قطر أعمدة الكرنك يعتمد على الآتي:

١- الحد الأقصى للضغط الفعال في الإسطوانات. ٢- قطر الإسطوانات.

٣- طول المشوار. ٤- المسافة بين كراسي التحميل.

س٥٣٢: أحيانا يتم تركيب أثقال التوازن لأعمدة الكرنك فما السبب لذلك؟

ج: تركب أثقال التوازن أحيانا من أجل موازنة الثقل الدوار لبنوز الكرنك والنهاية السفلى لكراسي التحميل وركب الكرنك وبذلك يقل الإهتزاز.

س٥٣٣ : ما هو ثقل التوازن المطلوب الوصول إليه؟

ج: ثقل التوازن المطلوب يكون تقريبًا مساوي لثقل بنز الكرنك بالإضافة إلى نصف الثقل الكلي لذراع التوصيل وركب الكرنك مضروبًا في نصف قطر الكرنك ومقسومًا على المسافة من مركز العامود إلى مركز ثقل التوازن. وتقلل أيضًا اثقال التوازن من الدفع الجانبي على كراسي التحميل الذي تسببه القوة الطاردة المركزية للكرنك والنهاية السفلى لكرسي التحميل.

س٥٣٤ : ما هي الأسباب التي تجعل الإهتزاز غير مرغوب فيه في الآلات والإنشاءات؟

ج: الإهتزاز هو إهلاك للقدرة حيث أنها تتطلب طاقة للبدء وصيانة إهتزاز الجسم. كما أن الإهتزاز يسبب أيضًا ضوضاء وإزعاج وتآكل وتدهور سريع وإذا كان الإهتزاز مفرطًا سوف يسبب ذلك تعب أو كلل للمعادن وأيضًا كسرها.

الإستطالة : ٣٪ لعدد ٢ بوصة. رقم برينيل للصلادة: ٢٥.

س٥٣٥ : في ماذا يستخدم المعدن الأبيض؟

ج: المعدن الأبيض يستخدم عامة في جميع محركات الديزل ومثال ذلك في سبيكة النهاية الكبرى والنهاية الصغرى لكراسي تحميل الكرنك.

س٥٣٦ : ما هي الأسباب المحتملة لشروخ المعدن الأبيض في كراسي تحميل عامود الكرنك؟

ج: الأسباب المحتملة لشروخ المعدن الأبيض يمكن أن تكون لعدم جودة المعدن أو طرق غير صحيحه لسخونة وتشغيل المعدن. وإذا كان كرسي التحميل يخضع إلى صدمات بسبب تبويش زائد للمعدن الأبيض يحدث له أحيانًا شروخ وسبب آخر للشرخ هو السمك الغير كافي للمعدن الأبيض.

س٥٣٧ : ما هو القياس التقريبي لقوى القصور الذاتي والقوى الطاردة المركزية في محرك ديزل رباعي الأشواط عدد لفاته ١٠٠ لفة/ دقيقة وسرعة عادية للمكبس؟

ج: مثل تلك المحرك تكون قوى القصور الذاتي والقوى الطاردة المركزية تعادل من ٧٠ إلى ٨٠ رطل لكل بوصة مربعة على مساحة المكبس (البستم). وفي المحركات العالية السرعة يمكن أن تصل هذه القوى ٢٥٠ رطل/بوصة مربعة أو أكثر على مساحة المكبس أو نصف حمل الإحتراق ولذلك إذا كان الضغط المحسوب على كراسي التحميل نتيجة لضغط الغاز في الإسطوانة هو ٤٥٠ رطل/بوصة مربعة فإن الضغط الفعلي سوف يكون فقط ٢٤٠ رطل/ بوصة مربعة.

س٥٣٨: من أي مادة تصنع مسامير كرسي تحميل عامود كرنك وما هو الحد الأقصى للإجهاد المسموح به عادة؟

ج: تصنع مسامير كرسي تحميل عامو الكرنك تصنع عامة من الصلب الطري بقوة شد من ٢٨ إلى ٣٢ طن. والحد الأقصى للإجهاد المسموح به يكون عادة حوالي ٤٥٠٠ رطل لكل بوصة مربعة.

دوائر سحب الهواء وطرد العادم في المحرك

س٥٣٩: ما هو الغرض من المواسير المثقوبة التي توجد عادة في نهاية ممرات السحب للمحركات رباعية الأشواط؟

ج: الغرض من هذه المواسير هوخمد صوت الهواء عندما يسرع قبل صمام السحب داخل الإسطوانة وأيضًا لمنع أي شيء يمكن أن يتداخل مع عمل المحرك ويكون محمولاً إلى الداخل مع الهواء.

س٥٤٠: يفرض أنه من الضروري عمل ماسورة سحب هواء من الطراز المثقوب للمحرك رباعي الأشواط مما هي النقاط الرئيسية التي يجب وضعها في الإعتبار؟

ج: المساحة الإجمالية للمشقبيات يجب أن تكون حوالي ضعف مساحة الممر في رأس الإسطوانة للتأكيد على أنه في حالة إنسداد المشقبيات مرحليًا لا يكون خنق الهواء بطريقة غير ملائمة. كما يجب أن يكون سمك الخامة كافي والمسافة بين المشقبيات كبيرة بطريقة كافية (يعتمد ذلك على طول المشقبيات) وذلك لمنع التدهور وحدوث كسر أثناء مشوار السحب كما يجب ألا تكون المشقبيات قريبة من الفلانشة أو من النقطة التي تتصل من عندها الماسورة برأس الإسطوانة (عادة تكون المسافة حوالي ١٠ بوصة) ولا يزيد العرض عن $\frac{1}{16}$ بوصة وبناء على ذلك فإن تأثير الخمد سوف يقل.

س٥٤١: ما هو المطلوب مراعاته في مواسير سحب الهواء المشقوبةلمحركات الديزل ولماذا؟

ج: المشقبيات التي توجد بهذه المواسير تميل إلى الإنسداد بالملوثات ويجب تنظيفها دوريا ولذلك يزيد الفقد في الضخ (مثال الشغل المبذول في سحب الهواء إلى الداخل سوف يزيد) وتقل الكفاءة الميكانيكية للمحرك وأيضًا نجد أن الإسطوانة لا تكون مملوءة بالهواء عند نهاية مشوار السحب وسوف يقل ضغط الانضغاط. وإذا كان وزن الهواء المشحون منخفضًا فستكون النتيجة إحتراق غير جيد للوقود وإذا كان ضغط

الإنـضغاط مـنخفض جدًا تكون النتيجة إحتمال فشل إشتعال الوقود عند السرعات المنخفضة.

س٥٤٢: ما هو الفرق بين هواء السحب الساخن أو البارد الذي يتم للمحرك؟

ج: كلمـا زادت سخونة الهواء كلما قل الوزن لحجم معين. وكلما كان الوزن لحجم معين مـن الهـواء منخفـضًا فـسوف تقل كمية الأكسجين المتاحة لإحتراق الوقود. ويتناسب كـل من محيط ومشوار الإسطوانة في محركات الديزل وعند درجات حرارة الجو العادية يكون هناك تقريبًا ضعف وزن الهواء في الإسطوانة عند نهاية مشوار الإنضغاط عندما يلـزم حـرق الشحن العادي للوقود. ولذلك يجب أن تكون درجة الحرارة للهواء عالية جدًا قبل أن تتأثر ماديًا كفاءة الإحتراق.

س٥٤٣: ما هي معادلة وزن الهواء عند درجة حرارة معينة؟

ج: PV=53.2WT

حيث أن:

P = ضغط الهواء. بالرطل/بوصة مربعة، مطلق

V = حجم الهواء بالقدم المكعب

W = وزن الهواء بالأرطال

T = درجة حرارة الهواء بالدرجات الفهرنهيتية بالإضافة إلى ٤٦١°

مثال على ما سبق:

س٥٤٤: ما هو وزن ٢٦ قدم مكعب من الهواء عند الضغط الجوي ١٢٠°ف؟

ج: P = ١٤,٧ رطل/بوصة مربعة أو ١٤,٧ × ١٤٤ = ٢١١٦,٨ رطل/قدم مربع

، T = ١٢٠°ف + ٤٦١°ف = ٥٨١°ف

∴ الوزن المطلوب $W = \frac{PV}{53.2T} = \frac{26\times2116.8}{581\times53.2}$ = ١٠٨ رطل تقريبًا

س٥٤٥: ما هي المواد تصنع منها عادة صمامات سحب الهواء؟

ج: عادة يكون الجسم أو الغلاف من الحديد الزهر وعامود الصمام من صلب النيكل أو صـلب كربونـي والـصامولة الـتي تـربط العامـود في مكانـه تصنع عادة من الصلب المصلد. ويكون عامة صمام سحب الهواء وصمام العادم من نفس الحجم.

س٥٤٦: ما هو بالتقريب مقدار الرفع أو الإرتحال لصمامات سحب الهواء مع ذكر سبب ألا يكون الرفع أكبر وقطر الصمام أقل حيث أن الحيز المتاح في متوسط رأس الإسطوانة محدود جدًا؟

ج: الرفع أو الإرتحال لصمام سحب يكون $\frac{1}{4}$ القطر. وعندما يفتح تلك الصمام بمقدار مساوي $\frac{1}{4}$ القطر تكون مساحة الفتح مساوية لمساحة الصمام ولذلك سوف لا تكون هناك ميزة في جعل الرفع أكبر من هذا عندما تكون مساحة الفتح مهمة.

س٥٤٧: كيف يتم تحديد قطر صمامات السحب وهل هي متماثلة في جميع المحركات التي لها إسطوانات بنفس القطر؟

ج: يتم تحديد قطر تلك الصمامات بواسطة التفريغ المسموح به في الإسطوانة أثناء مشوار السحب للمكبس (البستم). ويعتمد قطر الصمام على قطر الإسطوانة وسرعة المكبس أو بعبارة أخرى يعتمد قطر الصمام على حجم الهواء الذي يجب أن يدخل الإسطوانة في زمن معين. والإرتحال في صمامات السحب والعادم عامة يكون أكبر بقليل من $\frac{1}{4}$ القطر.

س٥٤٨: ما هي نقاط الغلق والفتح المعتادة لصمامات السحب بالنسبة إلى وضع الكرنك؟

ج: يختلف التوقيت قليلاً في الأنواع المختلفة للمحركات ولكن عادة يتم ضبط الصمامات بأن يتم فتحها ما بين ٢٠°إلى ١٥° لعامود الكرنك قبل النقطة الميتة العليا ويتم الغلق من ١٥° إلى ٢٠° للكرنك بعد النقطة الميتة السفلى وتكون زاوية الفتح الكلية حوالي ٢١٥° بالنسبة للكرنك.

س٥٤٩: ما هو الفرق الأساسي بين صمام السحب وصمام العادم؟

ج: في المحركات الصغيرة تكون الصمامات متشابهة تمامًا. ولكن في المحركات الأكبر يكون صمام العادم محاطًا بجاكيت مياه تبريد متداولة للحفاظ على جعل درجة حرارة القاعدة بأن تكون عند درجة حرارة مقبولة.

س٥٥٠: بما أن درجة حرارة العادم في المحرك الصغير هي نفس درجة حرارة العادم في محرك الديزل الكبير فلماذا يجب إحاطة صمامات العادم فقط للمحرك الكبير بجاكيت مياه تبريد؟

ج: إذا اصبحت قواعد الصمامات ذات سخونة زائدة فتكون بداية لتدهورها وحرقها. ولمنع هذا فإن توصيل الحرارة بعيدًا إلى الوسيط المحيط يعتمد على التنسيق فمع الصمامات الكبيرة يكون هناك سمك أكبر للمعدن ومعدل التبريد بالتوصيل يكون أبطأ. وجاكيت مياه التبريد لصمامات العادم الكبيرة تكون بعيدة بمسافة نسبية إلى الخارج من القاعدة (قاعدة الصمام) ولكن سريان الحرارة من قاعدة الصمام إلى مياه

التبريد خلال المعدن الوسيط تكون كافية للحفاظ على درجة حرارة الصمام في معدل منخفض.

س٥٥١: لماذا من المعتاد أن يكون هناك عدد أثنين فتحات خروج في مبيت صمام العادم بينما يوجد دائمًا فقط ممر واحد خلال رأس الإسطوانة؟

ج:الغرض من ذلك هو المحافظة على تماثل المصبوبة والتقليل من إحتمال التدهور نتيجة للتمدد.

س٥٥٢: ما هي درجات الحرارة والضغط التقريبية لغازات العادم عند نقطة تحررها في المحركات الرباعية الأشواط في حالات التشغيل العادية؟

ج: الضغط يكون من ٣٥ إلى ٤٠ رطل/بوصة مربعة ودرجة الحرارة التقريبية ١٠٠٠°ف. بينما الغازات التي تكون ممتدة أسفل إلى الضغط في ماسورة العادم نجد أن الحرارة تهبط حوالي ٢٠٠°ف.

س٥٥٣: لماذا تكون ساعات تشغيل صمامات السحب أكثر منها في صمامات العادم قبل الحاجة إلى تجليخ؟

ج: الهواء البارد الداخل والذي يمر فوق صمام السحب أثناء كل دورة يعمل كوسيط تبريد ويجعل الصمام عند درجة حرارة منخفضة نسبيًا.

س٥٥٤: ما هو السبب الذي جعل دائمًا من أجله صمامات السحب وصمامات العادم مفتوحة إلى داخل الإسطوانة؟

ج: السبب هو أنه عندما تكون الصمامات في وضع الغلق فإن الضغوط العالية في الإسطوانة تدفع الصمامات في مواجهة قواعدها وبذلك تؤكد على إحكام الغاز أثناء فترة الضغط.

س٥٥٥: لماذا يفتح صمام السحب قبل أن يصل الكرنك النقطة العليا أو قبل أن يكون المكبس قد تحرك إلى الخارج؟

ج: بما أن فتح الصمام يجب أن يكون تدريجيًا لمنع الصدمة والضوضاء وسرعة الفتح تكون فقط نصف سرعة الكرنك فإن فترة الفتح تبدأ بخفة قبل أن يصل الكرنك النقطة العليا للتأكيد على أن الصمام يكون مفتوح ويمكن للهواء أن يتبع المكبس (البستم) وفي الحال يبدأ في التحرك إلى إتجاه الخارج لمشوار السحب.

س٥٥٦: لماذا يتأخر الغلق لصمام السحب حتى بعد أن يمر الكرنك حول النقطة السفلى في بداية مشوار الإنضغاط؟

ج: الغرض من ذلك هو التأكيد على أن الإسطوانة تكون مملوءة بالكامل بالهواء وعندما لا يقل عن الضغط الجوي قبل ما يبدأ مشوار الإنضغاط.

س٥٥٧: ما هي نقاط الغلق والفتح لصمامات العادم بالنسبة لوضع الكرنك؟

ج: تفتح صمامات العادم ٣٠° تقريبًا قبل النقطة السفلى الذي يصل إليها الكرنك ويغلق عند ١٠° تقريبًا بعد النقطة الميتة العليا ويعطي زاوية فتح ٢٢٠° بالنسبة لوضع الكرنك.

س٥٥٨: لماذا يكون توقيت صمامات العادم بحيث تفتح قبل أن يصل المكبس (البستم) إلى نهاية الشوط الفعال؟

ج: عندما يصل المكبس (البستم) إلى نهاية الشوط أو المشوار فإن ضغط الغاز في الإسطوانة سوف يكون من ٣٠ إلى ٤٠ رطل/بوصة مربعة. والغرض من أن صمام العادم يفتح قبل نهاية المشوار هو لتقليل الضغط الراجع على المكبس (البستم) أثناء مشوار العادم عن طريق تهريب ضغط الغاز قبل عودة المكبس لطرد المتبقي من الغازات.

س٥٥٩: لماذا يتأخر الغلق لصمام حتى بعد أن يستكمل المكبس مشوار العادم؟

ج: السبب في ذلك هو التأكيد على طرد الكثير بقدر الإمكان من الغاز المحترق. وأثناء طرد الغازات المحترقة تصل سرعة الغازات المحترقة إلى الحد الأقصى حينما يكون المكبس عند منتصف مشواره. وبعد هذه النقطة تقل سرعة المكبس ولكن الغازات المحترقة في ذلك الوقت تكون تجمعت وتستمر في السريان بسرعة أكبر من المكبس كما أن المكبس حينما يصل إلى نهاية مشوار العادم فإن الضغط في الإسطوانة يكون جوي أو أقل بقليل من الضغط الجوي.

س٥٦٠: أوصف ما الذي يحدث في الإسطوانة من بداية فتح صمام العادم حتى يغلق؟

ج: حينما يكون الكرنك عند زاوية ٣٠° من نهاية الشوط الفعال يفتح صمام العادم ويكون الضغط في الإسطوانة بعد ذلك حوالي ٤٠ رطل/بوصة مربعة. وفعليًا نجد أن المكبس لا يزال يتحرك في إتجاة الخارج عند هذه النقطة ولكن يأتي إلى السكون. والتحرر المفاجىء للغازات يجعلها تجمع الحركة ويحدث تفريغ مرحلي قبل أن يتحرك المكبس في إتجاة الداخل عند أي سرعة ملائمة. وعندما يقترب المكبس من منتصف وضع مشوار العادم نجله يرتحل عند سرعته القصوى ويرتفع الضغط في الإسطوانة أكثر من الضغط بقليل. وعندما يقترب المكبس من نهاية شوط أو مشوار العادم تقل سرعته وينخفض الضغط ببطئ داخل الإسطوانة. والضغط في الإسطوانة أثناء فترة العادم يعتمد على مقاومة السريان للغازات بين صمام العادم والجو الخارجي. وإذا كان قطر ماسورة العادم صغير أو كبير أو إذا كانت غازات العادم تمر من خلال مولد بخار فسيزيد الضغط الراجع وبعبارة أخرى أن الفقد في الضخ سوف يكون أكبر. وأحيانًا يكون نظام الإشتعال أو تصميم ماسورة العادم نجد فيه أن عادم سلندر أو إسطوانة واحدة يتداخل مع عادم الإسطوانة الأخرى.

س٥٦١: ما هي الأسباب المعتادة للضغط الراجع المفرط؟

ج: ١- أن تكون ماسورة العادم صغيرة جدًا أو بها ثنايا وتحتوي على إنحناءات عديدة.

٢- رفع صمام العادم غير كافي بسبب عدم الضبط الصحيح أو التآكل.

٣- تراكم الرواسب في ماسورة العادم بسبب الإحتراق الغير جيد للوقود (يحدث هذا عادة عند الإنحناءات الحادة في الماسورة).

٤- إحتمال فصل ألواح التوجية في كاتم الصوت.

س٥٦٢: ما هو الغرض من وجود خلوص بين الكامة وأذرع الرفع المتأرجحة لصمامات السحب والعادم عند ما تكون الصمامات في حالة عدم تشغيل؟ وما الذي سوف يحدث لأي من هذه الصمامات عندما يكون هناك خلوص غير كافي وتتلامس فقط مع قواعدها أثناء الشوط الفعال؟

ج: الغرض من وجود خلوص بين هذه الأجزاء هو السماح بالتمدد بين تلك الأجزاء الهامة والتي يمكن أن تسخن من درجات حرارة التشغيل وهكذا يمكن التأكيد على غلق الصمام بطريقة صحيحة عندما يكون في حالة عدم تشغيل. إذا كان أحد هذه الصمامات إقعادة غير صحيح أثناء فترة الإحتراق فإن لهب الإحتراق سوف يمر بين الأسطح بسرعة كبيرة بسبب الفرق الكبير في الضغط بين داخل وخارج الصمام بحوالي ٥٥٠ رطل/بوصة مربعة وعند الحرق تكون هناك فتحة كبيرة وكافيه لأن تسبب عدم حريق نتيجة للإنضغاط المنخفض.

س٥٦٣: هل يمكن لصمام عادم أن يزرجن تدريجيًا في الفتح أثناء فترة الإحتراق أو بسبب ضبط خاطئ لخلوص ذراع الرفع المتأرجح؟

ج: يمكن أن يصبح عامود الصمام مغطى بالزيت المحترق ويحدث له قفش في الدليل والسبب إما أن يكون تزييت زائد لعامود الصمام أو بسبب إحتراق غير جيد للوقود وهذا سوف يسبب بطئ في الحركة أو الفعل ويمكن أن يعوق الصمام من حيث الغلق الصحيح. وبصفة عامة نجد أن صمامات العادم يحدث لها إنقباض (قفش) عندما تكون هذه الصمامات في وضع فتحها الكامل وتصطدم مع المكبس الصاعد وإذا حدث ذلك فسرعان ما يتلف الصمام.

س٥٦٤: إذا تأخر الفتح لصمام العادم لأي فترة طويلة فماذا ستكون النتيجة؟

ج: سوف تتمدد الغازات إلى أسفل إلى الضغط الأقل إنخفاضًا. وإذا تأخر تحرر الغازات فسيزيد في هذه الحالة الضغط الراجع على المكبس أثناء مشوار العادم. وإذا كان العيب أو الخطأ ناتج من خلوص زائد بين الكامة والذراع المتأرجح فإن الصمام أيضًا سوف يغلق مبكرًا جدًا. والغلق المبكر جدًا لصمام العادم يسبب إرتفاع غير ضروري للضغط في الإسطوانة عند نهاية مشوار العادم وسوف يكون هناك شغل سلبي مبذول. وعندما يفتح صمام السحب قبل نهاية مشوار العادم فيمكن أن يفتح في مواجهة الضغط وسوف تمر الغازات المحترقة المنضغطة إلى ممرات هواء السحب ثم تسحب إلى داخل الإسطوانة مرة أخرى أثناء الجزء الأول من مشوار أوشوط السحب. ولذلك نجد أن محتويات الإسطوانة عند نهاية مشوار السحب سوف تكون

عبارة عن خليط من الغازات المحترقة والهواء وإحتراق غير كامل يمكن أن يحدث لشحنة الوقود التالية. وإحتمالية أن تصبح رؤوس الصمام محجبة للتجليخ المتكرر يجب إلا تغيب عن الذهن. ومثل تلك العيب سوف يكون له نفس التأثير كما لو كان فتح متأخر أو غلق مبكر.

س٥٦٥: في حالة فتح صمام العادم مبكرًا جدًا في الشوط الفعال فماذا ستكون النتيجة؟

ج: إذا تحررت الغازات مبكرًا جدًا فسوف يكون هناك فقد للقدرة كما بسبب درجة حرارة الغازات المحررة التي ستكون عالية نسبيًا عند مرورها خلال صمام العادم فسوف يكون إحتمالية حرق الأسطح أو أوجه الصمام. أما الفتح المبكر جدًا للصمام سوف يصحبة غلق متأخر ويهيأ لنا أن هناك خطأ في خلوص الذراع المتأرجح وإذا تأخرت عملية الغلق لفترة ممتدة فإن صمام العادم سوف يفتح في الجزء الأول من مشوار السحب وسوف تسحب الغازات المحترقة إلى داخل الإسطوانة.

س٥٦٦: إذا إتضح بعد فحص وضع كل من صمام العادم وصمام السحب أن هناك تأخير في كل من نقاط الفتح والغلق فماذا يعني هذا؟

ج: إذا كان صمام واحد يتأثر بهذا التأخير فإن السبب يكون غالبًا هو أن الكامة التي تشغل الصمام قد حدث لها ترحيل على عامود الكامة وإذا كانت جميع الصمامات تتأثر بما سبق فيكون السبب المحتمل هو تبويش في خابور ترس إدارة عامود الكامة.

س٥٦٧: ما مدى تأثير تبويش كامة صمام العادم أو السحب على توقيت الصمام؟

ج: سوف يفتح الصمام متأخرًا ويغلق مبكرًا. والغلق المبكر يمكن أن يحدث بواسطة الياي الموجود في الصمام والذي يدفع الكامة حول مقدم عامود الكامة عندما يكون الذراع المتدحرج راكبًا على الجانب التابع في الكامة.

س٥٦٨: ما مدى تأثير تفويت صمام السحب في محرك؟ وكيف يمكن معرفة هذا العيب؟

ج: أثناء مشوار أو شوط الإنضغاط سوف يهرب بعض الهواء من الإسطوانة وإذا كانت الكمية المتبقية غير كافية لحرق الوقود فسينتج عن ذلك إحتراق غير جيد ويستمر المحرك في الدوران وإذا كانت درجة حرارة الإنضغاط عالية وتكفي لإشتعال الوقود ولكن في حالة ما إذا صار التفويت كبير فإن الإسطوانة المختصة ستبدأ في عدم الحرق. وقبل حدوث هذا بفترة طويلة يمكن إكتشاف العيب بوضع الأذن عند ماسورة سحب الهوءا والاستماع إلى الصوت. وعندما تصبح صمامات تالفة بهذه الطريقة فيكون ذلك عادة نتيجة لتركيبها بطريقة غير صحيحة في رأس الإسطوانة ويتم حرقها عند نقطة تلامسها مع رأس الإسطوانة أو يكون نتيجة لخلوص غير كافي لذراع الرفع المتأرجح.

س٥٦٩: ما هي الزاوية المعتادة لوجه الصمام والإقعاد في الغلاف؟ أذكر مميزات وعيوب قواعد الصمام الواسعة والضيقة؟

ج: الزاوية تكون من ٣٠° إلى ٤٠° من الأفقي. والقواعد الضيقة يكون خضوعها للنقر أقل عن القواعد الواسعة ولكن طرق الصمام يكون سريع داخل القاعدة. كما أن

القـواعد الواسـعة تحـتفظ بـشكلها فـترة أطـول مـن القواعد الضيقة. مع العلم بأن أفضل عرض هو حوالي $\frac{1}{4}$ بوصة.

س٥٧٠: أحـيانا يكـون هـناك صـمام عادم محترق ولم يتم إكتشافه إلا إذا تمت محاولة إعادة بدء تشغيل المحرك. وإذا كان هناك محرك يعمل بصمام به تفويت فلماذا يفشل بدء إعادة تشغيله؟

ج: يعمـل المحـرك لفـترة عندها تسخن الإسطوانة حيث أن حرارة الإنضغاط هي والحرارة المأخـوذة مـن جـدران الإسـطوانة معًـا سـتكون كافـية لإشعال الوقود ولكن عند بدء التـشغيل نجـد أن حـرارة الإنـضغاط بمفردها هي المتاحة. وأكثر من ذلك هو أن سرعة المكـبس عـند التـشغيل العـادي تكون أعلى منها عند بدء التشغيل وتكون أقل منها عـند التـشغيل العـادي. وصمام العادم الذي به تفويت سوف يسبب إستحالة اللون لغـازات العـادم وسـيلاحظ وجود شرارة في ساعات الظلام. كما أن الشرارة يمكن أن تحـدث مـع ذلـك عـن طـريق تـزييت زائـد لعامود صمام العادم أو مواسير عادم بها قـاذورات أو عـن طـريق مخفـضات الـصوت وكـذلك عـن طريق التزييت المفرط في الإسطوانة بالنسبة للمحركات ثنائية الأشواط.

س٥٧١: عند بدء تشغيل محرك به صمام عادم محترق جدًا فما الذي ينتج عن ذلك؟

ج: إذا كانـت حرارة الإنضغاط غير كافية لإشعال الوقود فإن الغاز المحترق سوف يطرد إلى ماسـورة العـادم ويـشتعل بواسـطة غـازات العـادم الساخنة من الإسطوانات الأخرى وينتج عن ذلك أن الضغوط الموضعية العالية نسبيًا سوف تحدث في ماسورة العادم.

س٥٧٢: كـيف يـتم توصـيل أغلفـة صمام السحب وصمام العادم في رأس الإسطوانة لمنع تفويت الغاز بين هذين الجزئين؟

ج: تـركيب هـذه الأغلفـة في رأس الإسـطوانة على شكل مربع بعرض $\frac{1}{4}$ بوصة تقريبًا وأحـيانًا تكـون الأسـطح مـشحوطة مـع بعـضها لتـشكل وصلة إحكام للغاز ولكن الأكثر غالبية هو تركيب وردة أو حلقة من النحاس الأحمر ذات سطح أملس وسمكها حوالي $\frac{1}{16}$ من البوصة ويكون تركيبها بين الأسطح.

س٥٧٣: عـندما يـتم تركيب الورد أو الحلقات النحاس بين أغلفة صمام العادم والسحب ورأس الإسطوانة فما هي العناية التي تتطلبها؟

ج: يجـب عمل تلدين دوريًا للورد أو الحلقات النحاس للمحافظة على درجة نعومتها وفي حالـة صـمامات العـادم يجـب الـتأكد من إحكام رباط صواميل التثبيت عند ما يكون المحـرك بارد بعد التشغيل. عندما يعمل المحرك وتصبح الأجزاء ساخنة فإن صمام العادم يـتمدد بكمـية مناسـبة. وبالإضـافة إلى ذلـك فإن حلقات الجوان النحاس تتمدد أيضًا بحيث أن الورد النحاس تميل إلى الزيادة في القطر وتقل في السمك.

س٥٧٤: تـتمدد أغلفـة صمام العادم مع بلوغ درجة حرارة تشغيلها. ما هي الأجزاء التي تتأثر بطريقة عكسية بسبب هذا وكيف يعوق هذا التأثير في بعض المحركات؟

ج: إجهـاد الـشد بالإضـافة إلى حمل الضغط يكون ذلك مهماً في جاويطات الرباط وإجهاد الإنحـناء يكون مهماً في بروزات الغلاف. وفي بعض المحركات نجد أن جاويطات الرباط تـصنع طـويلة جدًا بحيث يمكنهم التمدد بكمية مناسبة لأطوالها قبل أن تصل المادة إلى حد المرونة.

س٥٧٥: كـيف تـيم حساب القطر المطلوب لجاويطات تثبيت صمام العادم والسحب وما هو الإجهاد المسموح به عادة؟

ج: الحمـل علـى الجاويطـات يـؤخذ عـادة على أنه مساوي لمساحة النهاية السفلى لجيب الـصمام (ولـيس قطـر الـصمام) مـضروباً في الحد الأقصى لضغط الإسطوانة الذي يحـسب عـادة ٥٠٠ رطـل لكل بوصة مربعة والإجهاد المسموح به لهذه الجويطات يكون ٢٠٠٠ رطـل/بوصـة مـربعة والإجهـاد المسموح به مقصود بأن يكون منخفضًا للسماح بإجهاد إضافي غير فعلي نتيجة لتمدد الأغلفة.

س٥٧٦: تـصنع بعـض يايـات صـمام السحب والعادم من حوالي إثنا عشر ملف بينما مع أخـرى مـن المحـركات من نفس الحجم يستخدم ضعف عدد الملفات. فما هي الميزات والعيوب لهذه الأنظمة؟

ج: الـياي الـذي لـه عدد قليل من الملفات له ميل أقل للحبك عن الياي المكون من عدد كـبير من الملفات بينما الياي الذي له عدد كبير من الملفات ينخفض فيه معدل التغير في الإجهاد وبالتالي يطول عمر الياي.

س٥٧٧: مـا هو الحمل المعتاد على يايات صمام السحب والعادم؟ وهل هو نفس الحمل في المحركات ذات السرعة العالية والبطيئة؟ وإذا كانت الإجابة بالنفي فلماذا؟

ج: حيـنما يتم غلق الصمام فإن الضغط الناتج من الياي يكون ١٠ رطل/بوصة مربعة من مـساحة الـصمام بالنـسبة للمحـركات ذات السرعة المنخفضة وبالنسبة للمحركات ذات الـسرعة العالية نجد أن الضغط يكون أكبر بنسبة ٥٠٪ لمواجهة تأثيرات القصور الذاتي الأكبر في نهاية فترة الفتح.

س٥٧٨: ما هو الضرر من حمل الياي على صمامات السحب والعادم؟

ج: كلما زاد الضغط التابع من الياي كلما كان تآكل الكامات وترس التشغيل أسرع.

س٥٧٩: كـيف يمكـن تقلـيل حمـل الـياي لصمامات السحب والعادم في الخدمة وما هي الخطوات الضرورية التي يجب إتخاذها عند حدوث ذلك وأذكر لماذا يجب المحافظة على الحمل الصحيح للياي؟

ج: يقـل حمـل الياي عن طريق الميكنة المتكررة وتجليخ الأوجه، وعندما يحدث ذلك فيجب تـركيب الـوردة أسـفل أو أعلـى الـياي لـتعويض ما قل من السمك لرأس الصمام. وهـذا ضـروري لكـي تمنع الغازات المحترقة من أن تسحب إلى داخل الإسطوانة أثناء

مـشوار الـسحب وللتلأكـيد علـى أن ذراع الرفع المتأرجح يكون تابع لوضع الكامة. وعندما يتم تخفيض حمل الياي بهذه الطريقة فسوف نجد أن تلك الصمامات تحتاج إلى تجليخ متكرر.

س٥٨٠: ما هي وظيفة يايات صمامات السحب والعادم بجانب غلق الصمام؟

ج: عـندما يكـون الـصمام في وضـع الغلـق نجـد أن الـيايات يجـب أن تدعم وزن عامود الـصمام وحامـل الياي وأن تقاوم تأثير السحب في الإسطوانة أثناء مشوار السحب. كمـا يجـب أيـضًا أن تقاوم اليايات فعل أي ضغط في ماسورة العادم عندما تتجه لفتح الـصمام. وأكثـر مـن ذلـك أنهـا يجـب أن تمـنع الصمام من زيادة الإرتحال عند نهاية مشوار الفتح نتيجة للقصور الذاتي.

س٥٨١: إذا إنخفـضت ـرونة يـاي صـامات الـسحب والعـادم وكـان مـن الضروري إنـضغاط الـياي أكثر ما هو المطلوب عمله لإختبار ذلك قبل إعادة بدء تشغيل المحرك أو حتى إذا كانت تدار عن طريق قدرة مساعدة؟

ج: يجـب أن يتم فتح الصمام بواسطة عتلة للتأكد من أن الياي لم ينضغط للحد الأقصى بقـدر الإمكـان وبعـبارة أخـرى هوالـتأكد من أن الملفات غير صلبة قبل الوصول إلى نقطة الفتح الكاملة.

س٥٨٢: من أي مادة تصنع كامات السحب والعادم؟

ج: كامـات الـسحب والعـادم تـصنع عامة من نوع جيد من الحديد الزهر وأحيانًا تكون مـبردة في بعـض الحـالات لتقليل التآكل. والكامات التي يتم صبها بطريقة قريبة جدًا مـن الأبعـاد النهائية تعطي أفضل النتائج وإذا كان تفاوت الميكنة كبير فإن الدحروج يدور على معدن أملس نسبيًا ونتائج للتآكل أكبر.

س٥٨٣: مـا هـي الخاصـية الرئيـسية المطلـوبة في تـصميم الكامـة وهل كامات السحب والعـادم في محـركات السرعة العالية والمنخفضة تختلف في أي اعتبار؟ وإذا كان كذلك فلماذا؟

ج: الخاصـية الرئيسية المطلوبة في تصميم تلك الكامات هي التأكد من أنها تكون سريعة الفـتح والغلق للصمامات بدون صدمة أو ضوضاء ونتوءات كامات السحب والعادم لمحـركات الـسرعة العالية تكون مشطوفة أكثر من تلك التي للمحركات ذات السرعة البطيـئة وذلـك لمـنع الـصدمة والـضوضاء التي يمكن أن تنتج بسبب سرعة التشغيل الأكـبر. وبـسبب الـشكل المشطوف أكثر لكامات محركات السرعة العالية فإن سرعة الغلـق والفتح للصمامات تكون أبطأ نسبيًا لذلك من الضروري أن تكون هناك فترة فتح أكبر ومثال ذلك هو أن الصمامات تفتح مبكرًا وتغلق متأخرًا.

س٥٨٤: إذا قـل الـرفع في صمام عادم أو سحب بسبب التآكل لنتوء الكامة فيكف يمكن إعادة الرفع الأصلي للصمام؟

ج: تقلـيل خلـوص الـذراع المتأرجح للـصمام سـوف يكـون لـه تـأثير على زيادة الرفع للـصمام. وإذا لم يـتم على الرفع المطلوب بهذه الطريقة فنجد أن نقاط الفتح والغلق الموضوعة على الكامة ونصف قطر المستوى أو الجزء الدائري للكامة تقل بالنحات.

س٥٨٥: إذا كان صمام العادم محترقًا من عند الأسطح المخروطية فما هي الأسباب؟

ج: غالبية أسباب حرق صمام العادم تكون كالآتي:

١- الإسطوانة تعطي قدرة أكثر من المصمم لها.

٢- الإحتراق الغير جيد للوقود.

٣- تلف قاعدة الصمام عند رباط الغلاف.

٤- عدم تكريب أو إسناد الصمام بطريقة صحيحة.

س٥٨٦: كيف يحدث حرق المعدن؟

ج: إذا كانـت الإسـطوانة تعطـي قـدرة أكـبر فإن درجة حرارة غازات العادم سوف تكون أعلـى بالتناسـب وينـتج عـن ذلـك سخونة رائدة لرأس الصمام ويتلف. والإحتراق الغـير جـيد للوقـود سيكون له نفس التأثير. وقبل أن يحترق المعدن يحدث فتح بسيط نـتيجة للـتلف أو التركـيب الغـير صحيح. وأثناء فترة الضغط العالي في الإسطوانة نجد أن الغازات الساخنة تمر من خلال هذا الفتح البسيط وبسرعة عالية جدًا ويحدث الـنحات وتتسبب الغازات في وقت قصير جدًا في تكبير الممر بما يكفي لتقليل ضغط الإنضغاط أقل ما هو مطلوب لإشعال الوقود.

ميكانيكيا المكابس (البساتم) وشنابر المكبس

س٥٨٧: ما هي الإجهادات التي يخضع لها مكبس المحرك الديزل أثناء التشغيل؟

ج: الإجهادات التي تكون في المادة هي كالآتي:

١- إجهادات في المصبوبة والتي تتواجد في جميع الأوقات.

٢- فرق درجة الحرارة في المصبوبة الناتج من الإحتراق.

٣- ضغط الغاز في الإسطوانة.

س٥٨٨: مكـبس محـرك الديـزل الـذي يكون في الخدمة لفترة من الوقت يحدث له أحيانا شروخ والسبب الأول المعروف هو إجهاد المصبوبة. وإذا كانت هذه هي الحالة فلماذا لا يحدث شرخ للمكبس قبل أن يوضع في الخدمة؟

ج: يمكـن أن يكـون هـناك إجهـاد داخلي على المصبوبة قبل دخولها في الخدمة ولكن هذا الإجهـاد بمفرده غير كافي لإحداث شرخ. وعندما يكون المحرك في حالة تشغيل والمكبس

لم يكن مستوفي سخونته فالإجهاد الناتج سواء من ضغط الغاز أو فرق درجة الحرارة يمكن أن يزيد من إجهاد المصبوبة ويتسبب في حدوث شرخ.

س٥٨٩: لماذا يكون عادة السطح العلوي للمكبس مقعرًا أو على شكل الطبق من الداخل؟

ج: مثل هذا التصميم يكون اقوى ويسمح للتمدد بحرية أكبر للتمدد والشكل المثالي لغرفة الإحتراق يكون كروي الشكل حتى يكون حيز الإحتراق هو الأقرب بين رأس الإسطوانة والمكبس وتكون هناك كفاءة إحتراق أعلى بالنسبة لهذا الشكل. كما أن تشكيل المكبس بهذه الطريقة يعطي إحتراق أفضل للوقود. وفي بعض المحركات ثنائية الأشواط نجد أن السطح العلوي للمكبس يكون في الشكل المقعر. والسبب لهذا هو أن هذا الشكل هو الأفضل لأغراض الكسح حيث يميل لعكس هواء الكسح في الإتجاه إلى أعلى. وبهذا الشكل أيضًا للمكبس يمكن أن تكون كتلة المعدن أصغر عند النقطة الذي يتصل السطح العلوي بالجزء الإسطواني.

س٥٩٠: أين يكون الشرخ في المكبس وما شكل الشروخ في المكبس (البستم) بصفة عامة؟ وهل يبدأ الشرخ من الداخل أو من الخارج للمكبس؟

ج: عندما يحدث فشل للمكابس فيكون هذا تقريبًا دائمًا في السطح العلوي الذي تحدث به الشروخ. وفي حالات نادرة نجد أن الجدار الرأسي للمكابس يحدث له شروخ محيطيًا. وتبدأ الشروخ عامة من عند المركز وتمتد نصف قطريًا أو تأخذ مسار دائري. ويبدأ الشرخ عامة من الخارج ولكن أحيانا من الداخل للمكبس. والشروخ المحيطية في الجدار الرأسي دائمًا تبدأ من الداخل. عندما يصل الجدار العلوي المقعر للمكبس إلى السخونة التي لها درجة حرارة التشغيل والطبقات الخارجية للمعدن تكون أكثر سخونة من الطبقات الداخلية خاصة بالنسبة للمكابس المبردة بالماء أو الزيت. وتأثير درجة الحرارة هذه المستوية يجعل الطبقات الخارجية في إنضغاط والطبقات الداخلية في حالة شد.

س٥٩١: ما هي مميزات وعيوب زيادة سمك الجدار العلوي للمكابس والتي تكفي أن تجعلها مدعمة ذاتيًا؟

ج: الميزة الرئيسية هي أن تلك المصبوبة التي من هذا النوع أنها تكون أكثر خلوًا من إنفعالات المصبوبة. والمميزات هي أن مثل تلك المكابس تكون أثقل وبالتالي فإن قوى القصور الذاتي تكون أكبر. ومثل تلك المكابس تعمل عند درجة حرارة أعلى حيث أن الحرارة يجب أن تخترق كتلة أكبر من المعدن قبل أن تصل إلى وسيط التبريد (الماء والزيت أو الهواء). وعيب تشغيل المكبس عند درجة الحرارة العالية هي أن الهواء المسحوب إلى داخل الإسطوانة أثناء مشوار السحب يسخن إلى درجة أعلى حيث يكون هناك وزن أقل من الهواء في الإسطوانة عند نهاية مشوار الإنضغاط.

س٥٩٢: تبرد المكابس في بعض المحركات داخليًا بواسطة الزيت أو الماء. لماذا يكون التبريد ضروري في بعض الحالات وليس ضروريًا في حالات أخرى بالرغم من أنه عمليًا تكون درجة حرارة الإحتراق متماثلة في جميع المحركات؟

ج: عندما يكون المحرك في حالة تشغيل فإن بعض الحرارة الناتجة من الإحتراق تخترق المكبس وإذا لم يتم توصيلها إلى الخارج في الحال فإن درجة حرارة المكبس سرعان ما تصبح مساوية لمتوسط درجة حرارة الغازات في الإسطوانة. والحرارة الناتجة أيضًا بواسطة شنابرالمكبس التي يكون إحتكاكها في مواجهة الإسطوانة. وهذه الحرارة التي تنتج من الإحتراق والإحتكاك تسري خلال المكبس لأي شيء يلامسه والذي يكون في درجة حرارة أقل منه. ولذلك نجد أن بعض الحرارة تشع إلى الجو الخارجي وبعض منها يسري خلال الأجزاء التي توصل المكبس بالكرنك. ويعتمد معدل سريان الحرارة على الفرق في درجة الحرارة بجانب عوامل أخرى ولكن هناك حد للمعدل التي عنده سوف تسري الحرارة. ولفترة طويلة قبل الوصول لهذا الحد نجد أن المكبس سوف يكون ساخن جدًا لدرجة أن الزيت الذي على جدران الإسطوانة سوف يتبخر ويصبح إحتكاك شنابر المكبس كبير جدًا لدرجة أن ينصهر المعدن وينتج ما يسمى بالقفش. والمكابس ذات القطر الصغير إذا كانت طويلة الصنع بحيث أن مساحة كبيرة تكون معرضة لغاز الحرق. ومثال المكابس الجذعية تكون قادرة على إشعاع الحرارة إلى الجو الخارجي عند مثل تلك المعدل التي تكون فيه درجة حرارة الجزء العلوي للمكبس الذي توجد به شنابر المكبس تظل في معدل قليل وتزييت كافي بقدر الإمكان. والتبريد الداخلي للمكابس بواسطة الزيت أو الماء يصبح ضروريًا في المحركات الرباعية الأشواط عند ما يزيد القطر عن 15 بوصة وفي حالة المحركات الثنائية الأشواط عند ما يزيد القطر عن 10 بوصة (والمسلحات التي توضع في الاعتبار تكون 176 و78 بوصة مربعة). أما في المحركات الثنائية الأشواط يكون توصيل الحرارة تقريبًا ضعف كمية الحرارة في زمن معين عما في حالة المحركات رباعية الأشواط.

س٥٩٣: ماذا يكون وسيط التبريد عادة الذي يستخدم للمكابس وأذكر مزايا وعيوب كل منها؟

ج: وسيط التبريد يكون عادة الماء العذب وماء البحر وزيت التزييت. والماء العذب يكون مناسب جدًا حيث أن درجة الحرارة العالية نسبيًا يمكن حملها بدون خوف من أي مادة تترسب على الأسطح. وكلما كانت درجة حرارة وسيط التبريد أعلى في المكبس كلما قل معدل درجة الحرارة في المعدن وبالتالي تكون إجهادات الحرارة أقل. وعيوب الماء العذب هي تلك المبردات الكبيرة والصهاريج التي يجب أن تزود بها الدائرة وذلك لإمكانية إستخدام الماء مرات عديدة. وميزة إستخدام ماء البحر في تبريد

المكابس هو أن تلك الامداد المتاح غير محدود حيث أن المبردات وصهاريج التخزين غير مطلوبة وهكذا تبسط الدائرة بدرجة كبيرة. ومع درجة حرارة التشغيل العالية نسبيًا سوف تترسب طبقة غير موصله وصلبه على الأسطح الداخلية للمكابس. وزيت التزييت يعتبر وسيط تبريد ممتاز وميزته هي أن درجات حرارة التشغيل العالية يمكن الحصول عليها بدون تأثير ضار كما أنه يمكن لترس التوجيه أن يستخدم حيث أن التفويت الخفيف لوسيط التبريد داخل صندوق مرفق (كرنك) المحرك ليس له أهمية. والعيب هو أن زيت التزييت أكثر تكلفة من وسيطان التبريد الأخرين حيث أنه له نسبة فقد في الكمية نتيجة التبخر.

س٥٩٤: لماذا تكون المنطقة التي تحمل الشنابر في المكابس متدرجة في الإتجاه إلى أعلى؟

ج: يتمدد المكبس وكمية تمدده تعتمد على درجة حرارة التشغيل. وحيث أن أعلى المكابس هي المنطقة الأكثر سخونة وأسفلها هي المنطقة الأكثر برودة فإن سماح التمدد المطلوب يكون أكبر في المنطقة العليا.

س٥٩٥: ما هو الخلوص القطري المسموح به عادة للمكبس ذات التبريد الداخلي؟

ج: يختلف الخلوص من مكبس إلى مكبس طبقًا لتصميم المكبس نفسه ولكن الخلوص لجسم المكبس يكون تقريبًا 0.001 بوصة لكل بوصة من قطر الإسطوانة (السلندر). والمنطقة التي تعلو مجرى الشنبر العلوي للمكبس يعطي لها خلوص أكبر من هذا. والمكبس الذي قطرة 30 بوصة يمكن أن يدرج إلى أسفل 0.2 بوصة من قطر الجسم. والحد الأدنى للخلوص لأي مكبس معين يمكن إيجادها فقط بالتجربة. ويعتمد التمدد على درجة حرارة التشغيل كما أن درجة حرارة التشغيل للأجزاء المختلفة تعتمد على سمك المادة وحالات التشغيل.

س٥٩٦: ما هو عيب المكبس الذي له خلوص تشغيل كبير جدًا؟

ج: كلما كان خلوص التشغيل كبير كلما زاد بروز شنابر المكبس على الجانب عندما يكون في مكانه في المكبس وتأثير ذلك هو أن يتغير شكل مجاري شنبر المكبس بسبب الضغط الغير متوازن المؤثر عليها. كما أن الخلوص القطري الذي يعلو الشنبر العلوي يزيد من حجم الخلوص وفي حالة المحركات رباعية الأشواط ينتج عن ذلك ترك كمية أكبر من الغاز الخامل في الإسطوانة عند نهاية مشوار العادم. وكلما زاد هذا الخلوص كلما حدث تلامس للدرجة حرارة الغاز العالية مع الشنابر العليا وسوف يكون هناك تأثير عكسي على تزييت هذه الشنابر.

س٥٩٧: ما الذي يحدد المسافة من أعلى المكبس إلى مجرى شنبر الجزء العلوي للمكبس؟

ج: إذا تم إبعاد المجرى العلوي عن قمة المكبس فيجب أن يزيد طول المكبس لحمل عدد معين من شنابر المكبس. ومع ذلك نجد أن المجرى العلوي لا يمكن أن يكون موقعه قريب من قمة المكبس بسبب درجة حرارة التشغيل العالية لهذا الجزء وتجعل من الصعب تزييت الشنابر العلوية بكفاءة.

س٥٩٨: لماذا الاعتراض على زيادة طول المكبس؟

ج: ١- التكلفة الأكبر.

٢- زيادة الكتلة الترددية.

٣- ما يترتب على ذلك من زيادة طول الإسطوانة والإرتفاع الكلي للمحرك.

س٥٩٩: لماذا يكون عادة الشنبر العلوي للمكبس في محرك ثنائي الأشواط في موقع أقرب لقمة المكبس عن نظيره في محرك رباعي الأشواط؟

ج: في حالة المحركات الثنائية الأشواط نجد أن غازات العادم تتحرر من خلال فتحات في جلبة الإسطوانة (القميص) والتي تنكشف بواسطة المكبس عندما تقترب من موقع خروجها. وغازات الحرق يبدأ تحريرها عندما يكون الشنبر الأعلى للمكبس في كشف فتحات العادم بحيث أن الشنابر السفلى التي حول المكبس هى التي سوف تتحرر من الغازات المحترقة مبكرًا وتسبب فقد في القدرة. ودرجة حرارة تشغيل المكبس بالقرب من مجرى الشنبر العلوي تعتمد بدرجة كبيرة على سمك الجدار العلوي. وإذا كان الجدار مصنوع بسمك كافي لمقاومة ضغط الغاز في الإسطوانة بدون أي دعم داخلي لشنابر المكبس فيجب أن يكون موقعه منخفض نسبيًا بسبب الحرارة الكبيرة المختزنة في الجدار العلوي وبعض هذه الحرارة التي يتم توصيلها للجدار العامل للشنابر. وشكل المكبس هذا الذي أثبت أنه الأفضل لا يمكن إستخدامه بنجاح في المحركات الثنائية الأشواط وذلك لأن الشنابر يجب أن يكون موقعها أعلى عما في حالة محركات الرباعية الأشواط. ولهذا السبب أن الجدران العلوية لمكابس المحرك الثنائي الأشواط تكون بصفة عامة قليلة السمك ويتم تدعيمها داخليًا.

س٦٠٠: ما هي مميزات صنع الجدران الإسطوانية السمكية جدًا للمكابس؟

ج: يخفض سمك الجدران هذا إلى الحد الأدنى العملي في أفضل التصميمات وإذا كانت الجدران سميكة جدًا فإن درجة حرارة التشغيل للمعدن الذي بالقرب من شنابر المكبس تكون عالية نسبيًا بسبب الحرارة الموصلة من الجدار الطرفي والتي تمر من خلال السمك الأكبر للمعدن قبل أن تصل إلى مياه التبريد. وبالتالي فإن درجة حرارة التشغيل لشنابر المكبس تكون أعلى وتنخفض خصائص زيت التزييت. والجدران الأكثر سمكًا تزيد من قوى القصور الذاتي حيث أن المكبس هو الأثقل.

س٦٠١: تزود عادة المحركات ذات السرعة البطيئة بعدد أكبر من شنابر المكبس عن التي في المحركات ذات السرعة العالية. ما سبب هذا؟

ج: في المحركات ذات السرعة العالية نجد أن المكابس تنفذ الأشواط الخاصة بالإنضغاط والحريق في وقت أقل بكثير من مكابس المحرك ذات السرعة البطيئة لدرجة أنه إذا كانت كفاءة شنابر المكبس هي نفس الكفاءة في كل حالة فإن نسبة أكبر من محتويات الإسطوانة سوف تحدث تفويت قبل أبطأ مكبس متحرك. ومكابس المحرك ذات السرعة البطيئة تكون مزودة لذلك بعدد كبير من الشنابر.

س٦٠٢: ما هو عادة عدد الشنابر التي بها مكابس محرك السرعة العالية والبطيئة؟

ج: مكابس محرك السرعة العالية تكون عادة مزودة بخمس أو ست أو سبعة شنابر ومكابس محرك السرعة البطيئة تكون عادة مزودة بثمانية أو تسع أو عشرة شنابر.

س٦٠٣: مقطع شنابر المكبس يكون مربع وأحيانا مستطيل فما هي مميزات وعيوب كل نوع؟

ج: يجب أن تكون مساحة مقطع شنابر المكبس كبيرة بدرجة كافية للتأكيد على أن الشنابر سوف لا تتكسر أثناء عملها كما يجب أن تكون مرنة بطريقة كافية تجعلها قادرة لأن تكون إرتدادية حول القطر الأكبر للمكبس. والشنابر يكون تآكلها في الإتجاه الرأسي كما يكون أيضًا نصف قطريا بحيث أنه إذا تم منع التآكل المفرط في الإتجاه الرأسي فإن السمك النصف قطري للشنابر يجب ألا يكون صغير جدًا. وعلى نحو آخر أنه كلما زاد السمك النصف قطري للشنابر كلما قلت مرونتها بحيث أنه عند منع التدهور أثناء إرتداد الشنابر حول المكبس فإن السمك النصف قطري يجب أن يكون كبير جدًا. ولذلك نجد أن ميزة مساحة المقطع المربعة أنها قادرة لجعل الشنابر أن تكون إرتدادية في مكانها بسهولة دون أن تؤثر على مركزيتها. والعيب هو تآكل الشنابر بامتداد أكبر في الإتجاة الرأسي. وميزة الشنابر التي لها سمك نصف قطري والتي تكون أكبر في العرض هو أن التآكل في الإتجاة الرأسي يكون أقل. والعيوب هي أن الشنابر تكون أكثر صعوبة للدخول في مكانها بينما الجدار الإسطواني للمكبس يجب أن يصنع بالسمك الأكبر لشغل مجاري الشنابر الأكثر عمقًا. وحينما تدخل شنابر المكبس داخل الإسطوانة فإنها تنتج ضغط من 3-5 رطل/بوصة مربعة على جدار الإسطوانة. وفي حالة الشنابر ذات المقطع المستطيل تكون نسبة الحد الأقصى للسمك النصف قطري إلى العرض تقريبًا من 2 إلى 1.

س٦٠٤: عند إدخال شنابر المكبس حول المكابس فلماذا يكون هناك بذل عناية كبيرة وإذا لم يتم بذل هذه العناية فماذا ستكون النتيجة؟

ج: إذا كان إدخال شنابر المكبس بدون عناية حول المكبس فسوف تتأثر مركزيتها وفي مثل هذه الحالة فإن الشنابر سوف لا تتحمل بطريقة معادلة في مواجهة جلبة الإسطوانة (القميص) كما أن تفويت الغاز سوف يحدث حتى تفرش الشنابر. وأبعد من ذلك أن جلبة القميص سوف تتآكل طبعًا فقط من عند النقاط التي في تلامس مع الشنابر.

س٦٠٥: قبل إدخال شنابر جديدة حول المكبس فما هي الفحوصات التي يجب أن تجري عليها للتأكيد على أنها ستؤدي عملها بطريقة صحيحة؟

ج: الفحوصات التي يجب أن تؤدي هي كالآتي:

١- يجب إدخال الشنابر داخل الإسطوانة وأن تتعامد مع القطر الأقل للتأكد من أن هناك فراغ كافي بين أطراف الشنبر للسماح بالتمدد.

٢- يجب تجربة الشنابر داخل مجاريها ويتم فحص الخلوص الرأسي للتأكيد على أن هناك كفاية للتمدد.

٣- يجب فحص السمك النصف قطري لمعرفة ما إذا كان هناك خلوص كافي خلف الشنبر للسماح بالتمدد. والحافات الخارجية لشنابر المكبس يجب أن تكون مشطوفة لتسهيل التزييت.

س٦٠٦: كيف يمكن لشنابر المكبس التي ضبطها غير صحيح أن تسبب تلف كبير لجلبة الإسطوانة (القميص)؟

ج: إذا لم يتوفر خلوص طرفي للشنابر فإنها سوف تتمدد ويحدث لها قفش عند القاع أو الجزء الأقل تآكل للإسطوانة. ونفس الشيء يمكن أن يحدث إذا لم يتوفر خلوص نصف قطري كافي. وعند حدوث مثل هذا يمكن أن يتسبب في شروخ بالقرب من الفلانشة والتي تكون مثبتة مع جاكيت الإسطوانة أو رأس الإسطوانة إذا لم يتم إيقاف المحرك في حينه.

س٦٠٧: أذكر سبب آخر لتلف جلبة الإسطوانة (القميص)؟

ج: إيقاف مياه تبريد المكبس سوف يسبب سخونة زائدة لشنابر المكبس ويمكن أن تتمدد بدرجة تمتد للقفش داخل الإسطوانة. ويمكن التوقع بأن يحدث خدش بطريقة سيئة في جلبة الإسطوانة وأحيانا تصنع المجاري العلوية بطريقة أعمق للسماح بتمدد نصف قطري أكبر للشنابر التي أقرب للغازات المحترقة.

س٦٠٨: الجزء السفلي لمجاري شنبر المكبس يكون دائري بصفة عامة عند الأركان أذكر السبب في ذلك وأذكر كيف يكون تركيب شنابر المكبس متأثرًا بذلك؟

ج: عندما تكون أركان مجاري الشنابر غير دائرية فيكون هناك إحتمالية أكبر لكسر المعدن بين المجاري. وعندما يتم تركيب شنابر المكبس فإن الأطراف الداخلية للشنابر يجب أن تكون مستديرة للتطابق مع شكل قاع المجاري. وإهمال ذلك يمكن أن يتسبب في قفش الشنابر داخل الإسطوانة.

س٦٠٩: ما هو تأثير تفويت شنابر المكبس على التشغيل لمحرك ما؟

ج: تفويت الغازات قبل شنابر المكبس يقلل كفاءة المحرك ويزيد من تآكل جلبة الإسطوانة وشنبر المكبس عن طريق سريان زيت التزييت على الأسطح الإحتكاكية. وتنخفض كفاءة المحرك بسبب ضغط الإنضغاط المنخفض ويتسبب في إحتراق غير جيد للوقود والتفويت للغاز الناتج من الضغط المتوسط الفعال المنخفض.

س٦١٠: ما هو الفراغ الذي يجب أن يسمح به بين أطراف شنابر المكبس عندما تكون في الجزء الأصغر من الإسطوانة؟

ج: التفاوت المسموح به التمدد يجب ألا يقل عن $\frac{1}{1000}$ من قطر الإسطوانة.

الطاقة الميكانيكية

س٦١١: متى ظهرت الآلات البخارية؟

ج: ظهرت الآلات البخارية سنة 1763م وقد أمكن في ذلك الوقت تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية.

س٦١٢: متى ظهر الوقود الغازي؟

ج: ظهر الوقود الغزي سنة 1860م وتمكن العالم الفرنسي لي نوار(Lenoir) من عمل أول محرك غازي يستخدم الغاز الطبيعي كوقود وتم الإشعال بالشرارة الكهربائية.

س٦١٣: متى ظهر أول محرك رباعي الأشواط؟

ج: ظهر أول محرك رباعي الأشواط سنة 1867م عن العالمان أوتو ولانجن.

س٦١٤: متى تم تصميم أول محرك يستخدم الوقود المتطاير (الكيروسين والبنزين)؟

ج: في سنة 1883م تمكن لي باخ (Lay bach) من تصميم أول محرك يستخدم الوقود المتطاير.

س٦١٥: متى أعلن ديزل (Diesl) نظريته لزيادة الجودة الحرارية للمحرك؟

ج: أعلن ديزل نظريته لزيادة الجودة الحرارية وذلك بزيادة نسبة الإنضغاط سنة 1889م.

س٦١٦: متى تم تصنيع أول محرك ديزل رباعي الأشواط؟

ج: تم تصنيع أول محرك ديزل رباعي الأشواط سنة 1893م (شركة مان بألمانيا).

س٦١٧: متى تم تصنيع أول محرك ثنائي الأشواط؟

ج: تم تصنيع أول محرك ثنائي الأشواط سنة 1905م (شركة سولزر).

س٦١٨: متى تم حقن الوقود بطريقة الحقن المباشر؟

ج: بدأ حقن الوقود بطريقة الحقن المباشر سنة 1925م بفضل جهود مستر بوش (Bosch).

س٦١٩: متى تمكن العالم بوش (Robert Bosch) من صنع أول محرك رباعي يعمل بالشحن الزائد؟

ج: في سنة 1931م تمكن العالم بوش من صنع أول محرك رباعي يعمل بالشحن الزائد.

س٦٢٠: ما هي نظرية تشغيل المحركات الحرارية؟

ج: تحول المحركات الحرارية الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود إلى شغل ميكانيكي.

س٦٢١: إلى كم نوع تنقسم المحركات الحرارية؟

ج: تنقسم المحركات الحرارية إلى نوعين هما محركات الإحتراق الداخلي والإحتراق الخارجي.

س٦٢٢: كيف يتم الإشتعال في محرك البنزين؟

ج: يدخل الوقود مختلطًا بالهواء إلى الكاربراتير ومنه إلى الإسطوانة ويشتعل بشمعة إحتراق.

س٦٢٣: ما هو محرك النصف ديزل؟

ج: عند حقن الوقود في هذا المحرك لا يشتعل تلقائيًا ولكنه يشتعل باستخدام الرأس المتوهجة.

س٦٢٤: لماذا يطلق على التوربين اسم التوربين الغازي؟

ج: يطلق هذا الاسم على التوربين لأن التوربينات تستخدم نواتج الإحتراق الساخنة لتشغيلها بدلاً من البخار.

س٦٢٥: ما هي أنواع المحركات من حيث السرعة؟

ج: أنواع المحركات من حيث السرعة هي:

١- محركات ذات سرعة بطيئة وفيها يدور عمود المرفق بسرعة تقل عن 300 لفة/دقيقة.

٢- محركات ذات سرعة متوسطة وفيها يدور عمود المرفق بسرعة من 300-700 لفة/دقيقة.

٣- محركات ذات السرعات العالية وفيها يدور عمود المرفق بسرعة أعلى من 700 لفة/دقيقة.

س٦٢٦: كم إتجاة للدوران في المحركات؟

ج: محركات لها إتجاة واحد في الدوران ومحركات لها إتجاهين في الدوران عن طريق وسيلة لعكس الحركة.

س٦٢٧: ما هي الأجزاء الرئيسية لمحرك ديزل؟

ج: الأجزاء الرئيسية لمحرك الديزل نوعين هم:

الأجزاء الثابتة: الفرشة – الهيكل – جسم الإسطوانة – رأس الإسطوانة.

الأجزاء المتحركة: المكبس – ذراع التوصيل – عمود المرفق – عمود الكامات – الصمامات.

س٦٢٨: ما هي الإجهادات الميكانيكية التي تتعرض لها أجزاء المحرك؟

ج: الإجهادات هي: إجهاد الشد، وإجهاد الضغط، وإجهاد القص، وإجهاد الإلتواء، وإجهاد الثني، وإجهاد الصدمات، وإجهاد الكلل.

س٦٢٩: ما الذي يجب تحديده قبل البدء في تصميم أي جزء من أجزاء المحرك؟

ج: يجب تحديد الآتي:

١- مقدار الحمل المؤثر وإتجاهه.

٢- نوع المعدن المستخدم وخواصه.
٣- حساب المقطع اللازم لتحمل هذه القوى المؤثرة.

س٦٣٠: ما هي الإشتراطات الواجب توافرها في الهيكل الخارجي والفرش للمحرك الديزل؟

ج: الإشتراطات هي:المتانة، والصلابة، والمرونة، وخفة الوزن، والإحكام، وسهولة الوصول إلى جزء المحرك، والتصميم البسيط، وصغر الحجم.

س٦٣١: ما هوالغرض الأساسي من تزييت الإسطوانات؟

ج: الغرض الأساسي من تزييت الإسطوانة هو فصل الأسطح المنزلقة عن بعضها بطبقة من الزيت ويكون تواجدها مستمر لتقليل الإحتكاك والبري.

س٦٣٢: ما هي العوامل التي تعتمد عليها كمية زيت تزييت الإسطوانة؟

ج: العوامل هي: المشوار، القطر (قطر الإسطوانة)، السرعة، الحمل، درجة حرارة الإسطوانة، نوع المحرك نوع الوقود، مكان المزايت.

س٦٣٣: ما هي كمية زيت التزييت المطلوبة للإسطوانة؟

ج: كمية زيت التزييت هي 0.6 جرام لكل كيلووات ساعة.

س٦٣٤: ما هي أسباب البري والنحر الذي يحدث في إسطوانة المحرك؟

ج: الأسباب هي الإحتكاك والتآكل الكيميائي والبري بالمواد الحاكة.

س٦٣٥: ما هو عمل المكابس داخل المحرك؟

ج: عمل المكابس هو نقل القوة من ضغط الغازات الناتج من الإحتراق إلى عمود المرفق.

س٦٣٦: ما هي أنواع المكابس من حيث التصميم؟

ج: أنواع المكابس هى مكابس جذعية، ومكابس تستخدم مع رأس إنزلاق، ومكابس مركبة.

س٦٣٧: ما هي أنواع المكابس (البساتم) من حيث التبريد؟

ج: مكابس يتم تبريدها بالزيت ومكابس يتم تبريدها بالماء.

س٦٣٨: ما هي الإجهادات الحرارية والميكانيكية التي يتعرض لها المكابس؟

ج: الإجهادات هي إجهادات ميكانيكية من الضغوط الناتجة من الإشتعال والإحتراق، والإجهادات الحرارية.

س٦٣٩: ما الذي يجب أن يتوفر في المعدن الذي يصنع منه حلقات المكبس (الشنبر)؟

ج: المتانة والمقاومة العالية والتزييت الذاتي والمرونة الكافية وعدم الإنبعاج.

س٦٤٠: ما هي المعادن التي تلائم ما سبق؟

ج: الحديد الزهر العادي وسبائك الحديد الزهر والحديد ذات الجرافيت الكروي.

س٦٤١: ما هي العيوب الشائعة في حلقات المكبس (الشنابر)؟

ج: العيوب الشائعة هي:

١- تركيب الشنابر. ٢- إتساخ المجرى.
٣- التآكل. ٤- ضياع زيت التزييت.
٥- زيادة البري بين سطحي الشنبر والمجرى.

س٦٤٢: ما هي الأسباب التي تؤدي إلى العيوب السابقة؟

ج: الأسباب التي تؤدي إلى العيوب هي:

١- عدم مراعاة الخلوصات السليمة.
٢- بسبب تراكم رواسب على أسطح مجرى الشنبر.
٣- بسبب مهاجمة الأحماض الناتجة عن الإحتراق للشنبر.
٤- بسبب تكون حافة حادة للشنبر.
٥- البري الغير متساوي في قطر الإسطوانة.

س٦٤٣: ما هي الخطوات التي يجب إتخاذها قبل تركيب حلقات (شنابر) المكبس؟

ج: تنظيف مجاري الشنابر وتنعيم أي خدش بالجلبة (القميص) وتجربة الشنبر من الخارج في مجرى المكبس وتجربة الشنبر داخل الإسطوانة ونبدأ من السفلي.

س٦٤٤: ما هي الأسباب التي تؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة المكبس؟

ج: إنقطاع أو نقص تبريد المكبس وكمية الزيت غير كافية وزيادة الخلوص – تكون طبقة عازلة (على السطح الداخلي للمكبس) تؤدي لإرتفاع الحرارة – إنقطاع تبريد القميص.

س٦٤٥: ما الذي يجب إتخاذه من إجراءات عند إرتفاع درجة حرارة المكبس؟

ج: الإجراءات التي تتخذ عند إرتفاع درجة حرارة المكبس هي:

١- تقليل سرعة المحرك إلى السرعة البطيئة.
٢- قفل الوقود عن الوحدة المسببة.
٣- زيادة التبريد للمكبس والإسطوانة.
٤- زيادة كمية زيت التزييت للإسطوانة.

س٦٤٦: ما العمل الذي يقوم به ذراع التوصيل في المحرك؟

ج: وظيفة ذراع التوصيل هي نقل القوة المؤثرة على المكبس إلى عمود المرفق ويحول الحركة الترددية للمكبس إلى حركة دورانية لعمود المرفق.

س٦٤٧: ما الذي يجب أن يتوافر في ذراع التوصيل للقيام بوظيفته؟

ج: ذراع التوصيل يجب أن يكون على درجة كافية من المتانة وأن يكون خفيف حتى لا تزداد قوة القصور الذاتي وذات خواص ميكانيكية جيدة.

س٦٤٨: ما هي الأحمال التي تتعرض لها مسامير ذراع التوصيل؟

ج: تتعرض مسامير تربيط ذراع التوصيل إلى الأحمال الآتية:

١- أحمال ثابتة وهي ناتجة من الرباط.

٢- أحمال متغيرة وهي ناتجة من القوة الطاردة المركزية التي تظهر عند التشغيل.

س٦٤٩: ما هي المواد التي تصنع منها هذه المسامير؟

ج: تصنع هذه المسامير من سبائك الصلب المعالج حراريًا لتكون على درجة عالية من المتانة وأسنان القلاووظ الخاصة بها تكون دقيقة ومتقاربة لنفس الغرض.

س٦٥٠: ما هي العوامل التي تؤثر على تزييت الكراسي (المحامل)؟

ج: العوامل هي لزوجة الزيت، والسرعة النسبية، والضغط، والخلوص.

س٦٥١: ما هو أهم شرط يجب أن يتوافر في عمود مرفق (كرنك) المحرك؟

ج: يشترط في عمود مرفق محرك (كرنك) أن يكون ذات قوة تحمل عالية جدًا.

س٦٥٢: ما هو العمل الذي يؤدية عمود المرفق في المحرك؟

ج: عمود المرفق (الكرنك) يقوم بتحويل القوى الناتجة من الإحتراق إلى عزم لي متغير.

س٦٥٣: ما هي الإجهادات التي يتعرض لها عمود مرفق محرك (عامو كرنك)؟

ج: يتعرض عمود المرفق إلى إجهاد الثني نتيجة لتأثير ذراع التوصيل ويتعرض أيضًا لإجهاد الإلتواء.

س٦٥٤: ما هي أنواع أعمدة المرفق(الكرنك في المحرك)؟

ج: أنواع الأعمدة هي:

١- نوع القطعة الواحدة ويصنع بالطرق من الصلب المكربن أو سبائك الصلب المحتوية على النيكل والكروم والموليبيدنوم.

٢- بطريقة نصف مجزأة فتصنع البنوز الرئيسية على حدة.

٣- بطريقة مجزأة.

س٦٥٥: كيف تصنع أعمدة المرفق وما هي المعادن التي تستخدم في صناعتها؟

ج: تصنع بعض أعمدة المرفق بطريقة الصب بأنواع مخصوصة من سبائك الزهر التي تحتوي على الكروم والنيكل والموليبيدنوم والصلب والصلب المصبوب.

س٦٥٦: ما هي الإشتراطات التي يجب أن تتوافر في المعدن الذي تصنع منه هذه الأعمدة؟

ج: الإشتراطات هي أن تكون الأعمدة لها قوة شد عالية، ومعامل صلابة عالي، وصلادة كافية للسطح.

س٦٥٧: ما هي أسباب إنهيار عمود المرفق؟

ج: أسباب إنهيار عمود المرفق هي إجهاد ثني متكررة، وإجهادات لي متغيرة.

س٦٥٨: عرف السرعة الحرجة (أي السرعة التي تضر المحرك)؟

ج: السرعة الحرجة هي السرعة التي يحدث عندها توافق بين تردد عزم الدوران مع التردد الطبيعي للمجموعة الدوارة ويحدث عندها الرنين ويصبح العمود في وضع خطر أي عرضه للكسر بتأثير الإجهادات الزائدة.

س٦٥٩: ما هو الغرض من وجود الحدافة في محرك الديزل؟

ج: الغرض من وجود الحدافة في محرك الديزل هو تخزين طاقة الحركة أثناء الأشواط الفعالة – يعمل ثقلها على مقاومة نبضات اللي – تساعد على بدء حركة المحرك – يمكن وضع علامات وتوقيتات الصمامات على إطارها الخارجي – تعمل كترس تقليب للمحرك.

س٦٦٠: ما هي وظيفة الصمامات في المحرك؟

ج: صمامات الحر (السحب للهواء) تتحكم في دخول الهواء - وصمامات العادم في خروج العادم - وصمامات الوقود (الرشاشات) في دخول الوقود للإسطوانة – وصمامات بدء الحركة في دخول الهواء.

س٦٦١: ما هي أسباب إنهيار صمامات العادم؟

ج: أسباب إنهيار صمامات العادم هي:

١- إرتفاع درجة حرارة غاز العادم عن معدلها.

٢- عدم جلوس تمامًا على مقعده.

٣- تواجد ذرات صلبة بين سطحي الصمام والمقعد.

٤- حدوث تفاعل كيميائي بين سبائك الصمام والمقعد.

٥- التآكل الكيميائي نتيجة تواجد مركبات الكبريت من حرق الوقود.

س٦٦٢: ما هي مزايا نقل الحركة من عمود المرفق إلى عامود الكامات بواسطة كاتينة؟

ج: المزايا هي: تعتبر طريقة مرنة لنقل الحركة – أخف وزنًا وأقل فقدًا نتيجة الإحتكاك.

الوقود والإحتراق

س٦٦٣: ما هي خصائص وقود محركات الديزل؟

ج: الخصائص هي: الوزن النوعي – نقطة الوميض – التطاير – اللزوجة – نوع الإشتعال – نقطة الصب – نسبة الرماد – نسبة المياه – نسبة الكبريت – الكربون المتبقي – القيمة الحرارية.

س٦٦٤: ما هو الرقم السيتيني للوقود؟

ج: الرقم السيتيني هو النسبة المئوية لكمية وقود السيتين في خليط من السيتين ومركب آخر من مركبات الهيدروجين المركبين ويمتاز السيتين بسرعة إشتعاله أما المركب الأخر يكون إشتعاله بطيء جدًا.

س٦٦٥: ما هي أرقام الوقود السيتيني الذي يستخدم في المحركات السريعة والبطيئة؟

ج: المحركات السريعة تستخدم وقود رقمة السيتيني هو 50 أما المحركات البطيئة تستخدم وقود رقمة السيتيني هو 30.

س٦٦٦: ما هي مراحل عملية الإحتراق؟

ج: مراحل عملية الإحتراق هي: فترة التعوق – مرحلة الإحتراق السريع – مرحلة الإحتراق المقيد.

س٦٦٧: ما هي فترة التعوق في الإحتراق؟

ج: هي الفترة من بداية الحقن إلى بداية الإشتعال وهي حوالي 0.02 من الثانية.

س٦٦٨: ما هي مرحلة الإحتراق السريع؟

ج: في هذه المرحلة يتم الإشتعال الذاتي للوقود ويصحبه إرتفاع في الضغط ودرجة الحرارة وهي مرحلة قصيرة ويتولد فيها من 30-70 من الحرارة.

س٦٦٩: ما هي مرحلة الإحتراق المقيد؟

ج: في هذه المرحلة يكاد يكون الضغط ثابت وغالبًا ما ينتهي حقن الوقود بإنتهاء هذه المرحلة.

س٦٧٠: ما هي مؤشرات الإحتراق الجيد؟

ج: قدرة كل وحدة في المحرك منتظمة ولون العادم مقبول – ودرجات حرارة العادم عادية – السرعة ثابتة ولا يصدر صوت أو خبط في إسطوانات المحرك.

س٦٧١: ما الذي يشترط حتى يمكن الحصول على إحتراق جيد؟

ج: يشترط لزوجة جيدة للوقود – تذرير جيد للوقود – سرعة نسبية كافية بين ذرات الوقود وهواء غرفة الاحتراق – الإختلاط الجيد بين ذرات الوقود وهواء غرفة الإحتراق – درجة حرارة الهواء المضغوط تكون كافية للإشتعال – يجب أن يكون توقيت الحقن صحيح.

س٦٧٢: ما هي المطالبة الرئيسية عند إستخدام الوقود الثقيل في محركات الديزل؟

ج: المطالبة الرئيسية هي:

١- تسخين الوقود إلى درجة حرارة معينة لتكون لزوجته (سيولته) ملائمة عند الرشاش.

٢- أن يكون الوقود نظيفًا تمامًا قبل وصوله للرشاش بالتخلص من المياه والشوائب.

س٦٧٣: ما هي المشاكل التي تنتج عند إستخدام الوقود الثقيل؟

ج: المشاكل هي تآكل جلبة الإسطوانة بسبب تواجد الكبريت – تلف سبائك الكراسي لتكون حامض الكبريتيك – النحر بسبب الرماد الموجود في الوقود – تلف قواعد صمامات العادم – إنسداد ثقوب فواني الرشاش – فقش الحلقات (شنابر المكبس).

س٦٧٤: ما هو العمل الذي يؤدية جهاز معايرة الوقود في المحرك؟

ج: مطلوب من جهاز المعايرة أن يعاير الوقود وضبط ميعاد الحقن أو توقيته وضبط معدل الحقن وتذرير الوقود إلى جزئيات صغيرة.

س٦٧٥: كيف يمكن تغيير كمية الوقود المحقونة؟

ج: يمكن تغيير كمية الوقود المحقونة:
١- تغيير مشوار الكباس ميكانيكيًا. ٢- تغيير المشوار الفعال للكباس.

س٦٧٦: كيف يتم نظام التحكم في كمية الوقود المحقونة؟

ج: يتم نظام التحكم في كمية الوقود المحقونة كالآتي:
١- بداية ضخ ثابتة. ٢- بداية ضخ متغيرة. ٣- تحكم مزدوج.

س٦٧٧: ما هي العيوب التي يمكن أن تتواجد في الحاقن (الرشاش)؟

ج: العيوب هي: إنسداد ثقوب الفونية – عدم إحكام إبرة الفونية على المقعد – إتساع ثقوب الفونية – كسر أوضعف الياي في الحاقن (الرشاش).

التزييت

س٦٧٨: ما فائدة وجود طبقة من زيت التزييت بين سطحين منزلقين؟

ج: وجود طبقة من زيت التزييت بين السطحين المنزلقين يقلل من معامل الإحتكاك.

س٦٧٩: ما هي الخواص التي تمتاز بها زيوت التزييت؟

ج: تمتاز بخاصتين هما التماسك بين جزئياتها والإلتصاق على الأسطح حتى في وجود الضغط والحرارة.

س٦٨٠: ما هي العوامل التي تؤثر في حالة الإحتكاك بالإنزلاق بين السطحين؟

ج: عاملان وهما: ١- درجة نعومة السطحين. ٢- العمل الواقع على سطح الإحتكاك.

س٦٨١: ما هي معادلة سرعة الإنزلاق؟

ج: سرعة الإنزلاق = (المحيط × عدد اللفات)÷ ثانية متر/ثانية.

س٦٨٢: ما الذي يجب أن يتوفر داخل المحرك لضمان التزييت الجيد؟

ج: لضمان التزييت الجيد يجب:
١- يجب أن تكون هناك طبقة رقيقة من الزيت بين محور عمود الكرنك والكراسي الرئيسية.
٢- يجب أن تكون هناك طبقة رقيقة من الزيت لتزييت عامود الكامات والصمامات.
٣- يجب أن تكون هناك طبقة رقيقة من الزيت بين المكبس وجدران الإسطوانة.
٤- إستمرار سريان زيت التزييت.

س٦٨٣: ما هي خواص زيوت التزييت؟

ج: الخواص هي اللزوجة – درجة التغيم – الكربون المتخلف – قابلية التأكسد – رقم التعادل – الرقم القاعدي الكلي – نسبة الماء.

س٦٨٤: عن ماذا يعبر رقم التعادل؟

ج: يعبر رقم التعادل عن درجة حموضة الزيت ويعرف بعدد المليجرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لمعادلة الحموضة الموجودة في جرام واحد من الزيت.

س٦٨٥: ما هو الرقم القاعدي الكلي؟

ج: يستخدم الرقم القاعدي الكلي لمقارنة الزيوت القلوية – وهو عدد المليجرامات من هيدروكسيد البوتاسيوم الذي يكافئ كمية الحامض اللازمة لمعادلة واحد جرام من الزيت.

س٦٨٦: ما هي أنواع زيوت التزييت؟

ج: أنواع زيوت التزييت أربعة أنواع هي: زيوت معدنية نقية، وزيوت رائجة، وزيوت خدمة شاقة، وزيوت قلوية.

س٦٨٧: ما هي الزيوت المعدنية النقية أو الصافية؟

ج: هي الزيوت التي لا تحتوى على أي إضافات وتنتج مباشرة من عمليات التقطير.

س٦٨٨: ما هي الزيوت الرائجة؟

ج: هي الزيوت التي تحتوي على كميات صغيرة من الإضافات لتحسين خاصية التأكسد والتآكل والرغوة.

س٦٨٩: ما هي زيوت الخدمة الشاقة؟

ج: هي الزيوت التي تحتوي على إضافات أخرى علاوة على تلك السابقة مثل المطهرات والقلوية.

س٦٩٠: ما هي الزيوت القلوية؟

ج: هي تنقسم بدورها إلى ثلاث مجموعات طبقًا للرقم القاعدي الكلي وهي:

زيوت ذات قلوية خفيفة من 14:3 (الرقم القاعدي الكلي)

زيوت ذات قلوية متوسطة من 39:15 (الرقم القاعدي الكلي)

زيوت ذات قلوية عالية من 75:40 (الرقم القاعدي الكلي)

س٦٩١: ما هي الإشتراطات التي يجب توافرها في زيوت تزييت الإسطوانة؟

ج: أن طبقة الزيت تكون غير متقطعة على جدران الإسطوان- لها خاصية الإنسياب – تحتفظ بأقل بقايا كربونية – تكون متزنة كيميائيًا – تتعادل مع الحامض.

س٦٩٢: ما هي الشروط التي يجب أن تتوافر في زيوت الكراسي (المحامل)؟

ج: أن يكون لهذه الزيوت خاصية معادلة الحامض، ولها القدرة على عدم الإستحلاب، وتجمع بين اللزوجة (السيولة) الكافية والمناسبة، ومعدل تأكسد ثابت، وتحتفظ بالشوائب والكربون في حالة عالقه.

س٦٩٣: ما هو تعريف الإضافات لزيوت التزييت؟

ج: الإضافات هي المواد الكيميائية التي تضاف إلى زيوت التزييت المعدنية لتحسين خواصها الطبيعية.

س٦٩٤: إلى كم مجموعة تنقسم الإضافات؟

ج: تنقسم الإضافات إلى مجموعتين:

١- مجموعة تؤثر على الصفات الكيميائية وهي: موانع التأكسد، وموانع الصدأ، والمطهرات، والمشتتات وموانع البري.
٢- مجموعة تؤثر على الصفات الطبيعية وهي: مخفضات نقطة الصب، وموانع تكوين الرغوة، ومحسن اللزوجة، وموانع الإستحلاب، ومحسن خاصية الإلتصاق.

س٦٩٥: ما هي العوامل التي تساعد على إستهلاك الزيت بالمحرك؟

ج: العوامل هي الإشتعال في غرفة الإحتراق، والتحول إلى ضباب أو بخار، والتسرب من الجوانات أو الوصلات أو الشروخ، والتحلل والتأكسد.

س٦٩٦: كيف يتم اختبار وجود المياه في الزيت؟

ج: يتم اختبار وجود المياه في الزيت كالآتي:
١- دعك نقطة من الزيت على سطح قطعة من الزجاج وملاحظة تكون مستحلب.
٢- بإستخدام ورق خاص يتغير لونه في حالة وجود مياه.
٣- يتغير لون كبريتات النحاس من أبيض إلى أزرق عند وجود المياه.
٤- غمس قضيب معدني ساخن في عينة من الزيت فتظهر الطرطشة في حالة وجود مياه في الزيت.

س٦٩٧: ما هي دوائر التبريد للمحرك الديزل؟

ج: دوائر التبريد هي تبريد الإسطوانات، وتبريد المكابس، وتبريد صمامات حقن الوقود وتبريد هواء الشحن.

س٦٩٨: أذكر وسيط التبريد للإسطوانات في المحرك؟

ج: يتم التبريد عادة بالمياه العذبة أو المقطرة وقد يستخدم الهواء أو المياه المالحة أحيانًا.

س٦٩٩: اذكر وسيط التبريد للمكابس؟

ج: يتم التبريد إما بالزيت أو الماء ويفضل الماء حاليًا في المحركات ذات القدرات العالية.

س٧٠٠: أذكر وسيط التبريد لصمامات حقن الوقود؟

ج: توجد دائرة تبريد خاصة تستخدم فيها المياه العذبة أو الوقود المقطر.

س٧٠١: أذكر وسيط تبريد هواء الشحن.

ج: يكون التبريد عادة بالمياه المالحة.

س٧٠٢: ما هي أسباب تلوث سطح التبريد؟

ج: الأسباب هي:
١- تكون رواسب رملية أو طينية.
٢- تكون رواسب زيتية.
٣- تكون القشور الصلبة وهي أصعب الحالات في الإنسداد.

س٧٠٣: ما هي الموانع التي تضاف إلى المياه العذبة لمنع ترسب الأملاح وحدوث التآكل؟

ج: الموانع هي: تزييت الصوديوم، كرومات.

س٧٠٤: ما هي مزايا نيتريت الصوديوم الذي يضاف إلى المياه العذبة لمعالجتها؟

ج: مزايا نيتريت الصوديوم هي:

١- ذات تأثير فعال.
٢- أقل نسبة منه ذات فاعلية كبيرة.
٣- رخيص الثمن.
٤- ليس له تأثير على زيادة التآكل.
٥- ليس له تأثير ضار عند تداوله بالأيدي.
٦- متوفر في أي مكان.
٧- مصرح بإستخدامة في المبخرات التي تستعمل مياهها في الأغراض العامة.

س٧٠٥: ما هي عيوب نيتريت الصوديوم الذي يضاف إلى الماء العذب لمعالجته؟

ج: العيوب هي أنه لا يمكن إستخدامه في المواسير المجلفنة، ويعتبر سام (الجرعة المميتة منه من ٣:٤ جرام).

س٧٠٦: ما هي مزايا مانع الكرومات التي تضاف إلى المياه العذبة لمعالجتها؟

ج: المزايا هي: سرعة تأثيره، والنسبة الصغيرة منه تكون فعاله 0.5٪ بالوزن، وسعره مقبول، ونسبة التركيز يمكن تحديدها بمقارنة اللون، ومتوفر في أي مكان.

س٧٠٧: ما هي عيوب الكرومات التي تضاف للمياه العذبة لمنع ترسب الأملاح والتآكل؟

ج: العيوب هي: يحدث تآكل عند تقليل نسبة التركيز، وتسبب التهابات جلدية، وسام (الجرعة المميتة واحد جرام)، وغير مصرح بإستخدامه في الميخرات التي تستعمل مياهها في الأغراض العامة.

س٧٠٨: ما هي مزايا الزيوت المستحلبة عند إضافتها للمياه العذبة للمعالجة؟

ج: تحمي الأسطح بتغطيتها بطبقة رقيقة تمنع تعرضها للتآكل أو التكهف، وغير سامة، ولا خطورة منها على الأيدى، ورخيصة الثمن، والنسبة الصغيرة منها تكون فعالة، ومصرح بإستخدامها في الأغراض العامة.

س٧٠٩: ما هي عيوب مانع الزيوت المستحلبة؟

ج: وجود الصدأ أو الزيت أو حامض كبريتيك على السطح يجعلها تفقد فاعليتها، وتكون مع القشور طبقة عازلة تمنع إنتقال الحرارة ولذلك يجب التأكد تمامًا من نظافة الأسطح.

بدء وعكس الحركة في المحركات الديزل

س٧١٠: ما هي طرق بدء الحركة في المحركات؟

ج: طرق بدء الحركة هي يدويًا، وبواسطة محرك كهربي، وبواسطة محرك بنزين، وبواسطة الهواء المضغوط.

س٧١١: كيف يدار المحرك يدويًا؟

ج: يدار المحرك يدويًا عن طريق يد مرفقية (مانيفلا) كما في المحركات القديمة وهذه الطريقة تحتاج بذل جهد كبير من الشخص للتغلب على ضغط الإنضغاط.

س٧١٢: كيف يدار المحرك كهربيًا؟

ج: تدار المحركات الصغيرة بمحرك كهربي صغير كما هو الحال في السيارات أو في بعض المولدات الديزل ويستخدم لذلك بطارية 24 فولت ويسمى (المارش) بادي الحركة.

س٧١٣: كيف يدار المحرك بالهواء المضغوط؟

ج: تستخدم عادة هذه الطريقة في المحركات المتوسطة والكبيرة حيث يتم تخزين الهواء المضغوط في إسطوانات التي تسمح بعد ذلك بدخول هذا الهواء تحت ضغط إلى إسطوانات المحرك عن طريق صمامات بدء الحركة.

س٧١٤: أين يوضع صمام بدء الحركة في محرك الديزل وكيف يتم فتحه؟

ج: يوضع هذا الصمام على رأس الإسطوانة ويتم فتحه بضغط الهواء الواصل إليه عن طريق الموزع.

س٧١٥: ما هي الأجزاء التي تتكون منها دائرة هواء بدء الحركة؟

ج: أجزاء الدائرة هي: صمام القطع الرئيسي، وصمام المرشد، والصمام الآلي، والموزع أوصمامات التوزيع، وصمامات بدء الحركة على الإسطوانات.

س٧١٦: ما هي العوامل التي تعتمد عليها قدرة المحرك؟

ج: العوامل التي تعتمد عليها قدرة المحرك هي حجم الإسطوانة وعدد الإسطوانات والسرعة والضغط المتوسط الفعال في الإسطوانة.

س٧١٧: كيف تم زيادة قدرة المحرك؟

ج: زيادة قدرة المحرك يمكن أن تتم عن طريق شحن زائد للمحرك.

س٧١٨: ما معنى الشحن الزائد للمحرك؟

ج: الشحن الزائد للمحرك بإختصار هو امداد المحرك بكمية هواء زائد في الإحتراق الذي يتم مع الوقود وبالتالي يكون حريق أكثر فطاقة حرارية أكثر فقدرة أكثر.

س٧١٩: ما هي طرق الشحن الزائد؟

ج: طرق الشحن الزائد هي: الشحن الميكانيكي، والشحن بالتوربينة.

س٧٢٠: أوصف طريقة الشحن الميكانيكي (المقصود بالشحن هوامداد هواء زيادة للمحرك)؟

ج: الضاغط (الكمبريسور) الذي يأخذ حركة دورانه من المحرك ذاته يقلل من كفاءة المحرك للتأثر بالقدرة التي يستهلكها الضاغط وتعتبر هذه الطريقة غير إقتصادية.

س٧٢١: أوصف طريقة الشحن الزائد بالتوربينة؟

ج: هذه الطريقة هو إستغلال طاقة العادم في إدارة توربينة منفصلة إتصال مباشر بضاغط هواء يعمل بالطرد المركزي.

س٧٢٢: ما هي مزايا الشحن الزائد في المحرك الديزل؟

ج: المزايا هي: إعطاء قدرة أكبر للمحرك - يقلل حجم ووزن المحرك ويقلل الإستهلاك النوعي للوقود، يقلل من سعر وحدة القدرة المعطاه، ويساعد على زيادة تبريد أجزاء غرفة الإحتراق، والحصول على وجدات ديزل ذات قدرات عالية.

س٧٢٣: ما هي طرق نقل غازات العادم إلى الشاحن التوربيني؟

ج: طرق نقل غازات العادم إلى الشاحن التوربيني هي: نظام الدفع، ونظام الضغط الثابت.

س٧٢٤: أوصف بإختصار طريقة نظام الدفع؟

ج: في هذا النظام تتوجه غازات العادم من كل إسطوانة إلى التوربينة مباشرة.

س٧٢٥: أوصف بإختصار طريقة نظام الضغط الثابت؟

ج: في هذا النظام تتوجه غازات العادم من كل إسطوانة إلى مجمع مشترك ذات قطر كبير بحيث لا يظهر أي تغير في الضغط وتخمد فيه نبضات العادم.

س٧٢٦: إذكر تعريف القدرة البيانية لمحرك.

ج: القدرة البيانية لمحرك هي مجموع القدرة المولدة من ضغط الغازات في إسطواناته وهي أول خطوة لتحول طاقة الوقود الحرارية إلى طاقة آلية وتسمى بالقدرة البيانية.

س٧٢٧: أذكر تعريف القدرة الفرملية للمحرك.

ج: القدرة الفرملية للمحرك هي مقدار القدرة الفعالة المنتفع بها عند عمود المرفق (الكرنك) ووحدة قياسها هي (كيلووات) وتسمى قدرة فرملية لأنها تقاس عمليًا بالفرملة.

س٧٢٨: ما معنى الفقد الميكانيكي؟

ج: الفقد الميكانيكي هو فقد الإحتكاك التي يتم بين أجزاء المحرك الدواره والمتحركه.

س٧٢٩: ما هو الهدف من الصيانة لمحركات الديزل؟

ج: الهدف من صيانة محركات الديزل هو ضمان صلاحية عملها وبكفاءة عالية وتوفير الوقت الضائع عند حدوث أعطال طارئة.

ديناميكا محركات الإحتراق الداخلي

س٧٣٠: ما هي القوى المؤثرة على أجزاء الحركة؟

ج: تتكون هذه القوى من :

١- قوى ضغط غازات الإحتراق داخل الإسطوانة.

٢- قوى القصور الذاتي لأجزاء الحركة.

٣- وزن مجموعة المكبس (ويمكن إهمالها لصغرها).

س٧٣١: ما هما نوعي الحركة الأساسيين في محرك الديزل؟

ج: النوعي هما: الحركة الإنتقالية، والحركة الدورانية.

س٧٣٢: أشرح معنى الحركة الإنتقالية.

ج: عندما يتحرك جسم على خط مستقيم بحيث يبقى دائمًا أي خط فيه موازيا لنفسه وتعرف هذه الحركة بالحركة الإنتقالية.

س٧٣٣: ما نوع حركة المكبس في المحرك الديزل؟

ج: بالرجوع لأجزاء الحركة في المحرك نجد أن حركة المكبس في الإسطوانة هي حركة إنتقالية.

س٧٣٤: ما نوع حركة المرفق (الكرنك)؟

ج: هي حركة دورانية حول عمود المرفق.

س٧٣٥: ما هي قوى القصور الذاتي في الأجزاء المتحركة للمحرك؟

ج: قوى القصور الذاتي لأجزاء الحركة المختلفة للمحرك هي: قوى القصور الذاتي للأجزاء ترددية الحركة، وقوى القصور الذاتي للأجزاء دورانية الحركة (قوة الطرد المركزي) ومقدارها ثابت وتدور مع دوران عمود المرفق.

س٧٣٦: ما هي الذبذبة الطبيعية؟

ج: إذا تغير وضع مجموعة مرنة (المجموعة المرنة مثل العمود المرن والقرص) من وضع الإتزان فإنها تهتز. وإذا لم يوجد أي قوى خارجية تؤثر على المجموعة أثناء الاهتزاز فإن هذا الإهتزاز يسمى إهتزاز طبيعي (حر).

س٧٣٧: ما هي الذبذبة القسوية؟

ج: في حالة وجود قوى خارجية متكررة تؤثر على المجموعة المرنة أثناء الإهتزاز فإن المجموعة المرنة بعد مرور فترة صغيرة من بدء الإهتزاز تهتز بنفس تردد هذه القوى ويسمى الإهتزاز في هذه الحالة بالإهتزاز القسوى.

س٧٣٨: ما هو الرنين؟

ج: لكل مجموعة مرنة تردد يسمى بالتردد الطبيعي والرنين هو الحالة التي تحدث عندما يوافق تردد القوة الخارجية أحد الترددات للمجموعة المرنة.

س٧٣٩: ما هي أنواع الضواغط (الكمبريسورات)؟

ج: أنواع ضواغط الهواء هي: الضاغط الترددي، وضاغط الطرد المركزي، والحلزوني، والدوار.

س٧٤٠: ما هو الإنضغاط تحت درجة الحرارة الثابتة؟

ج: وفيه نسحب الحرارة المتولدة بالإنضغاط بمعدل يجعل درجة حرارة الغاز ثابتة وهذا يتطلب أن تكون الإسطوانة صغيرة القطر وحركة المكبس بطيئة جدًا مع التبريد الجيد.

س٧٤١: ما هو الإنضغاط الأدياتي؟

ج: في هـذا الإنـضغاط تكـون كمـية الحرارة ثابتة خلال عملية الإنضغط بمعنى أنه ليس هناك حرارة مفقودة أو مكتسبة.

س٧٤٢: ما هو الإنضغاط البوليتروبي؟

ج: إذا تـسربت بعـض الحـرارة مـن الهـواء المـضغوط إلى مـياه التـبريد كما هو الحال في التطبـيق الفعلـي فـلا يكـون هـذا الإنـضغاط أيزوثرمالـي ولا أدياباتـي بـل يعـرف بالإنضغاط البوليتروبي.

س٧٤٣: ما هي الكفاءة الحجمية؟

ج: هـي النـسبة بـين حجـم الهواء الذي تم دخوله فعلاً الإسطوانة أثناء المشوار إلى حجم المشوار.

س٧٤٤: ما هو الإنضغاط متعدد المراحل؟

ج: إذا تم إنـضغاط الهـواء في عدد لا نهائي من المراحل مع التبريد بين كل مرحلة وأخرى وتـبريد الهـواء في النهاية إلى درجة حرارة الجو فإن الإنضغاط في هذه الحالة يكون تحت درجة حرارة ثابتة تقريبًا ويكتفي عادة بمرحلة واحدة أو مرحلتين.

س٧٤٥: ما هي نسبة الإنضغاط؟

ج: هـي النـسبة بـين الـضغط المطلـق النهائـي والـضغط المطلـق الأولي وذلك بالنسبة للضاغط ذات المرحلة الواحدة.

س٧٤٦: ما هو حجم الخلوص؟

ج: هـو حجـم الحيـز بـين المكـبس ورأس الأسطوزانة وذلك لسلامة التشغيل ويجب أن يكون هذا الخلوص اقل ما يمكن.

س٧٤٧: ما هي المعادن التي يصنع منها صمامات الضاغط (الكمبريسور)؟

ج: تـصنع الـصمامات مـن سبائك صلب النيكل أو الصلب الذي يحتوي على الكروم والفاناديوم أو الصلب الذي لا يصدأ.

س٧٤٨: كيف يمكن اختبار صمام الطرد في الضاغط (الكمبريسور)؟

ج: يـرفع صـمام الـسحب ويفـتح هـواء الإسطوانة فإذا ظهر تفويت فهذا يدل على عدم إحكام الصمام.

س٧٤٩:كيف يمكن اختبار صمام السحب في الضاغط (الكمبريسور)؟

ج: يـرفع صـمام الطـرد والماسـورة الموصـلة بـين المـبرد وصـمام الـسحب ثم يفتح هواء الإسطوانة فإذا لم يكن الصمام حاكمًا تمامًا فيظهر الهواء من الوصلة المرفوعة.

اسئلة اختبارات واجوبتها

س٧٥٠: سيارة تعبر مسافة ٥٠متر في زمن قدره ٢ ثانية فما هو متوسط سرعة السيارة؟

ج: السرعة = المسافة ÷ الزمن = ٥٠ ÷ ٢ = 25 متر/ثانية (وهي متوسط سرعة السيارة).

س٧٥١: سيارة تسير بسرعة ٣٠ متر/ ثانية ثم زادت سرعتها إلى ٤٥ متر/ ثانية في زمن قدره ٣ ثواني أحسب قيمة التسارع.

ج: التسارع = (السرعة الأصلية – السرعة الثانية) ÷ الزمن

= (٤٥ – ٣٠) ÷ ٣ = ١٥ ÷ ٣ = ٥م/ث^2.

س٧٥٢: إذا تم دفع جسم كتلته 0.3 كجم بتسارع أو عجلة قدرها 10م/ ث2 فما هو وزن الجسم؟

ج: القوة = الكتلة × العجلة = 0.3 × 10 = 3 ينوتن (N)

س٧٥٣: جسم حجمه ٣ متر مكعب وكثافته ١.٢كجم/ متر مكعب إحسب كتلة هذا الجسم.

ج: الكتلة = الكثافة × الحجم = 3 × 1.2 = 3.6 كيلوجرام

س٧٥٤: إذا كانت قراءة مبين ضغط في دائرة تبريد هي ٢.٧ بار فإذا كان الضغط الجوي هو ١ بار فما هو الضغط المطلق؟

ج: الضغط المطلق = ضغط المبين + الضغط الجوي = 2.7 + 1 = 3.7 بار

س٧٥٥: شاحنة كتلتها ١ طن وتتحرك بسرعة ٢٠ متر/ ثانية. أوجد قيمة طاقة الحركة للشاحنة (١ طن = ١٠٠٠ كجم)

ج: طاقة الحركة = $\frac{1}{2}$ × الكتلة × السرعة ^{2}

= $\frac{1}{2} \times 2000 \times 20^2$

= $1000 \times 20 \times 20$

= 400000 جول أو 400 كيلوجول

س٧٥٦: مروحة كهربائية قدرتها ٤٠٠ وات قدره كهربائية فما هي الطاقة الكهربائية المستهلكة في زمن قدره ١٠ دقيقة؟

ج: الطاقة = القدرة × الزمن (للحصول على الإجابة بالجول فالقدرة يجب بالوات والزمن يكون بالثواني)

10 دقيقة = 10 × 60 = 600 ثانية

الطاقـــة = 400 × 600 = 240000 جول أو 240 كيلوجول

س٧٥٧: إذا كانـت درجة حرارة السائل -١٥° م ثم تتغير إلى ٢٠ °م المطلوب تحويل هذه الدرجات لدرجة كلفن (K). ثم حول ٥٠٠ كلفن إلى درجات مئوية.

ج: درجة الحرارة كلفن = الدرجة المئوية + 273

درجة الحرارة الأولى = -15 + 273 = 258 كلفن (K)

درجة الحرارة الثانية = 20 + 273 = 293 كلفن (K)

تحويل 500 كلفن إلى مئوية = 500 − 273 = 227 °م

س٧٥٨: أحسب كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 600 جرام من الماء من 10 °م إلى 50 °م. والسعة الحرارية للماء = 4.2 كيلوجول/ كجم.

ج: المعادلة هي $Q = mc(B_2 - B_1)$

(Q) كمية الحرارة اللازمة = 0.6 الكتلة (C) × (10-50) =

= 0.6 × 4.2 × 40 = 100.8 كيلوجول

في المثال السابق تم تحويل 600 جرام إلى كيلوجرام = $\frac{600}{100}$ = 0.6 كيلوجرام

س٧٥٩: مـا هـي كمـية الحرارة المطلوبة لتحويل 2 كيلوجرام من الماء إلى بخار عند نقطة الغليان؟

ج: الحرارة الكامنة للتبخير = الحرارة الكامنة النوعية للتبخير × الكتلة

= 2260000 × ٢ = 4520000 جول

= 4520 كيلوجول

س٧٦٠: مـا هـي كمية الحرارة المطلوبة لتحويل 5 كجم من الثلج إلى سائل ماء عند نقطة الذوبان؟

ج: الحرارة الكامنة للذوبان = الحرارة الكامنة النوعية للذوبان × الكتلة

= 336000× 5 = 1680000 جول

= 1680 كيلوجول

س٧٦١: بطارية ذات قوة دافعة كهربية قيمتها 4 فولت وشدة التيار 0.5 أمبير. أوجد قيمة مقاومة الدائرة. وبطارية أخرى ذات قوة دافعة كهربية 6 فولت والتيار 0.5 ميللي أمبير فما هي قيمة المقاومة؟

ج: المقاومة = القوة الدافعة الكهربية ÷ شدة التيار = $\frac{4}{0.5}$ = 8 أوم (Ω)

المقاومة = $\frac{6}{0.5\times10^{-3}}$ = 12 × 10^{3} = 12 كيلوأوم (KΩ)

س٧٦٢: دائرة مقاومتها 12 أوم (Ω) وشدة التيار فيها 0.25 أمبير فما هي القوة الدافعة الكهربائية للبطارية؟

ج: الفولت (V) = شدة التيار (I) × المقاومة (R)

= 0.25 × 12 = 4 فولت

س٧٦٣: بطارية القوة الدافعة الكهربية لها 6 فولت ومقاومة الدائرة 12 أوم (Ω) فما هي شدة التيار؟

ج: شدة التيار (I) = القوة الدافعة الكهربية (V) ÷ المقاومة (R)

$= \frac{6}{12} = 0.5$ أوم

س٧٦٤: جهاز كهربائي يتغذى بتيار شدته 4 أمبير وفولتيه 240 فولت أحسب القدرة التي تغذي الجهاز.

ج: القدرة = الفولتية × شدة التيار

= 240 × 4 = 960 وات أو 0.960 كيلووات

الخصائص الميكانيكية للمواد

س٧٦٥: ما هي أهم خامات الحديد؟

ج: أهم خامات الحديد هي:

١- الهيماتيت Hematite ويحتوي على 30 إلى 65٪ حديد تقريبًا.

٢- المجنيتيت Magnitite ويحتوي على 60 إلى 75٪ حديد تقريبًا.

س٧٦٦: ما هي درجة حرارة الفرن العالي التي يتم صهر الحديد فيه؟

ج: يخضع الحديد إلى درجة حرارة عالية جدًا تصل إلى حوالي 1800 °م.

س٧٦٧: ما هي أحدث طرق صناعة الصلب؟

ج: من هذه الطرق L.D (هو إختصار اسم مدينتين في النمسا) وطرق عمليات الرش.

س٧٦٨: ما هي هشاشية (Brittleness)؟

ج: هو النقص المتواجد في المادة من حيث المطيلية.

س٧٦٩: ما هو طرق المادة (Malleability)؟

ج: طرق المادة يعني أنه في حالة الطرق أو الدق على المادة وتأخذ شكل أخر بسهولة فيقال في هذه الحالة إنها مادة طرقية أو قابلة للطرق.

س٧٧٠: ما هي اللدونة (Elasticity)؟

ج: في حالة عدم ظهور أو إختفاء كل الإنفعالات من المادة المجهدة أي زوال الإجهاد منها فيقال إنها مادة ذات لدونة.

س٧٧١: ما هو إختبار الصلابة الذي يجري على المعدن (Hardness Test)؟

ج: إختبار الصلابة للمادة يحدد لنا مدى مقاومة هذه المادة للتآكل.

س٧٧٢: أذكر اسماء طرق إختبار الصلابة للمادة.

ج: اسماء طرق اختبار الصلابة للمادة هي:

١- طريقة برينل لإختبار الصلابة (Brinell Test).

٢- طريقة هرم فيكرز لإختبار الصلابة (Vickers Pyromid).

س٧٧٣: ما هو إختبار الصدمة للمادة (Impact Test)؟

ج: هـذا الإختبار يوضح لنا الفرق بين المواد من جهة المعالجة الحرارية والتشغيل والصب والتي لم تظهر في إختبار الشد.

س٧٧٤: ما هو إختبار الزحف (Creep Test)؟

ج: هوإختبار مدى التشوة البلاستيكي البطئ تحت تأثير إجهاد ثابت.

س٧٧٥: ما هو إختبار التعب أو الكلال للمادة (Fatigue Test)؟

ج: كلال أو تعب المادة هو إنهيار المادة نتيجة الإجهاد الواقع على المادة المتكرر.

س٧٧٦: ما هو الإجهاد المعكوس (Reversed Stress)؟

ج: هو مدى الإجهاد الذي يشابه تقريبًا الإجهاد الذي يساوي صفر.

س٧٧٧: ما هو الإجهاد المتكرر (Repeated Stress)؟

ج: هـو المكون الذي يؤثر عليه إجهاد ثم يزال هذا الإجهاد كلية مثل ما يحدث في التروس عند تعشقها وإنفصالها كلية عن بعضها بعد ذلك.

س٧٧٨: ما هو الإجهاد المتراوح أو المتقلب (Fluctuating Stress)؟

ج: يـتم إجهـاد المكـون (مـثل مسامير الرباط) إما بالإنضغاط أو الشد دون المرور بإجهاد الصفر.

س٧٧٩: ما هو الإجهاد المتغير (Alternating Stress)؟

ج: هـو مـدى الإجهاد الذي يمر بإجهاد خط الصفر وبذلك يتغير من إجهاد شد إلى إجهاد إنضغاطي ولكن يكون غير متماثل عند خط إجهاد صفر.

س٧٨٠: ما هو إختبار الإنحناء (Bend Test)؟

ج: هو الإختبار الذي يجري على مواد ألواح الغلاية للتعرف على عدم حدوث شروخ.

س٧٨١: ما هي الإختبارات الغير إتلافية (NoN-destructive Tests)؟

ج: هذه الإختبارات تجري على المواد والسبب الرئيسي لذلك هو تحديد مكان العيوب.

س٧٨٢: ما هي طرق إكتشاف عيوب سطح المعدن مثل الشروخ؟

ج: طرق إكتشاف عيوب سطح المعدن مثل الشروخ هي:

١- الفحص النظري ويشمل إستخدام الميكروسكوب أو العدسات اليدوية.

٢- الإختبار بالإختراق عن طريق سوائل مخترقة ذات سيولة منخفضة ليمكنها الوصول إلى أماكن الشروخ بسهولة.

س٧٨٣: ما هي أنواع الإختبار بالإختراق؟

ج: أنواع الإختبار بالإختراق هي:

١- بإستخدام محلول الطباشير.

٢- الإختراق الفلوري والرش فوق سطح المعدن.

٣- إختراق الصبغة الحمراء.

س٧٨٤: ما هو الإختبار المغناطيسي الذي يجري لإكتشاف الشروخ؟

ج: في هذا الإختبار يتم رش المسحوق (Flux) وهو مسحوق معدني على سطح المعدن في المكون ويتجمع المسحوق بالمجال المغناطيسي عند الشرخ.

س٧٨٥: ما هو إختبار الشروخ عن طريق التصوير بالأشعة (Radigraphy)؟

ج: ويستخدم هذا الإختبار لفحص اللحامات والمطروقات والمصبوبات وذلك بأشعة (X) أو أشعة (Y).

س٧٨٦: أوصف طريقة إكتشاف عيوب المعدن بالموجات فوق الصوتية (Ultra Sonics)؟

ج: صدى أو إنعكاس الموجات فوق الصوتية من داخل المعدن تظهر على شاشة في صورة ذبذبات توضح عيوب المعدن.

س٧٨٧: ما هي العناصر التي تتواجد في أنواع الحديد والصلب؟

ج: العناصر هي المنجنيز والسيليكون والكبريت والفوسفور.

س٧٨٨: ما هي المواد الغير معدنية (Non-metalic Materials)؟

ج: المواد هي البلاستيكات (البوليمرات) والنيتريل ومادة (P.T.F.E) وراتينج أبوكسي والمطاط والأسبستوس والقطن ونيتريد السيليكون.

س٧٨٩: ما هي درجة الوميض (Flashpoint)؟

ج: هي درجة الحرارة الأدنى التي يعطي عندها الزيت بخار قابل للإشتعال.

س٧٩٠: ما هو البري الذي يحدث لسطح المعدن (Abrasion)؟

ج: هو حدوث نحات أو بري لسطح المعدن ويجعله يتآكل.

س٧٩١: ما معنى الضغط الراجع أو العائد (Backpressure)؟

ج: كل ما يسبب قيود أو ضيق للسريان في خط يسيرفية سائل أو غاز أو مائع.

س٧٩٢: ما هو محيط الإسطوانة (Bore)؟

ج: هو القطر الداخلي لإسطوانة المحرك سواء كان ديزل أو بنزين.

س٧٩٣: ما معنى صمام تحويل (By Pass)؟

ج: صمام التحويل هو الصمام الذي يستخدم في الدائرة (سواء كانت دائرة تبريد أو تزييت أو غيرها) للتحويل على مسار أي خط بديل في الطوارئ.

س٧٩٤: ما هو المنظم (Governor)؟

ج: هو جهاز يستخدم في التحكم في كمية أو سرعة أو تشغيل في دائرة ما أو محرك أو جهاز من أي نوع.

س٧٩٥: ما هو التفريغ (Vacuum)؟

ج: هو ضغط أقل من الضغط الجوي ويسمى أيضًا بالضغط السلبي.

س٧٩٦: عرف ما هو مفتاح العزم (Torque Wrench)؟

ج: عن طريق هذا المفتاح يمكن ضبط ورباط المسامير والصواميل.

س٧٩٧: ما معنى الإحتراق الداخلي (Internal Combustion)؟

ج: هو الإحتراق الذي يحدث في غرفة الإحتراق داخل الإسطوانة نتيجة لإنضغاط الهواء داخل الإسطوانة وإشتعال المخلوط بدون وسيلة إشعال خارجية.

س٧٩٨: ما هي أقصى درجةج حرارة اللهب داخل إسطوانة محرك ديزل؟

ج: الحد الأقصى لدرجة حرارة اللهب داخل إسطوانة المحرك الديزل تصل إلى3000 °ف (1635 °م تقريبًا).

س٧٩٩: ما هو الشاحن التوربيني (Turbo Charger)؟

ج: هو توربينة موصلة توصيل مباشر بضاغط هواء لسحب الهواء داخل المحرك وهذه التوربيينة يتم إدارتها بغاز عادم المحرك.

س٨٠٠: ما هو المبادل الحراري (Heat exchanger)؟

ج: ويستخدم المبادل الحراري في محركات الديزل المبرده بالمياه وذلك لتبريد المياه بعد تداولها حول الدائرة.

س٨٠١: في ماذا تستخدم طلمبة الوقود (Fuel Pump)؟

ج: تستخدم طلمبة الوقود في سحب الوقود من التنك وطرده إلى الحاقن (الرشاش) الذي بدوره يحقن الوقود إلى داخل الإسطوانة.

تعريفات هندسية وميكانيكية عامة

س٨٠٢: ما هو الضغط القياسي (Standard Pressure)؟

ج: الضغط القياسي هو الضغط المناظر لعمود من الزئبق بإرتفاع 760مم.

س٨٠٣: وضح معنى وحدات قياس النظام العالمي ووحدات قياس النظام العالمي الأساسية ووحدات القياس المشتقة (Si Units & Basic Siunits & Derived).

ج: معظم ما تقدم من الأنظمة المترية للوحدات والتي فيها الوحدات الأساسية تتضمن المتر والكيلوجرام والثانية والأمبير والتي تكون فيها الوحدات المشتقة مبينة على الوحدات الأساسية.

س٨٠٤: ما هو اللحام بالفضة (Silver Soldering)؟

ج: هو نوع من اللحام ذات الحرارة العالية يتم أجراؤه مع سبيكة من الفضة.

س٨٠٥: أذكر تعريف حلقة الإنزلاق (Slip Ring).

ج: هي وسائل عمل إتصال كهربائي لبعض الأنواع من الأعضاء الدوارة للموتور الحثي.

س٨٠٦: ما هو اللحام الرخو (Soft Soldering)؟

ج: اللحام الرخو هو نوع من اللحام ذات درجة الحرارة المنخفضة يتم أجراؤه للقصدير والرصاص.

س٨٠٧: عرف المحتوي الحراري النوعي (Specific enthalpy).

ج: هو المحتوي الحراري النوعي لسائل أو بخار لكل كتلة وحدة.

س٨٠٨: عرف الأنتروبيا النوعية (Specific entropy).

ج: هي أنتروبيا سائل أو بخار لكل كتلة وحدة.

س٨٠٩: عرف الرطوبة النوعية (Specific Humidity).

ج: الرطوبة النوعية هي كتلة بخار ماء لكل كتلة وحدة من الهواء الجاف.

س٨١٠: عرف الحجم النوعي (Specific Volume).

ج: الحجم النوعي هو حجم سائل أو بخار لكل كتلة وحدة.

س٨١١: عرف السرعة (Speed).

ج: السرعة هي معدل تغير المسافة بالنسبة للزمن.

س٨١٢: عرف القفص السنجابي (Squirrel Cage).

ج: هو نوع من العضو الدوار لموتور حثي يتركب من مجموعات من قضبان ألمونيوم متوازية وموصله بالحلقات الطرفية.

س٨١٣: عرف ما هي لفيفة بدء الإدارة (Start Winding).

ج: لفيفة الموتورالحثي مصممة من أجل بدء إدارة الموتور بكفاءة.

س٨١٤: عرف ما هو العلو الإستاتيكي (Static Head).

ج: هو علو السائل المناظر للضغط الإستاتيكي.

س٨١٥: عرف ما هو الضغط الإستاتيكي (Staic Pressure).

ج: الضغط الإستاتيكي هو الضغط المنتج بواسطة المائع الذي لا يكون متحركًا.

س٨١٦: عرف ما هو العضو الثابت أو الساكن في الموتور (Stator).

ج: هو الهيكل الحديد الرخو الذي يكون فيه المجال أو ملفات العضو الثابت لموتور كهربائي ملفوفه.

س٨١٧: عرف معنى الإحماء (Super Heat).

ج: الإحماء هو كمية الحرارة اللازمة لإنتاج بخار محمص من الحالة الأصلية للسائل.

س٨١٨: عرف ما هو البخار المحمص (Super Heated Vapour).

ج: البخار المحمص هو البخار الذي يتم تسخينه إلى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة التشبع.

س٨١٩: أذكر تعريف درجة الحرارة (Temperature).

ج: درجة الحرارة هي قياس درجة السخونة للمادة الصلبة والسائل والغاز.

س٨٢٠: عرف البيان التخطيطي لدرجة الحرارة والأنتروبيا (Temperature-entropy Diagram).

ج: هو الرسم البياني لدورة تكون درجة الحرارة مبينة فيه بالتخطيط تجاة الأنتروبيا.

س٨٢١: عرف ما هو المزدوج الحراري (Thermocouple).

ج: هو أداة مصنوعة من وصلتين لمعدنين مختلفين.

س٨٢٢: عرف ما هو التبريد الكهربائي الحراري (Thermoelectric refrigration).

ج: يحدث التبريد عن طريق مرور تيار خلال موصل حراري بحيث أن موصل واحد يصبح ساخن بينما الآخر يصبح بارد.

س٨٢٣: عرف ما هو الترموستات (Thermostate).

ج: الترموستات هو أداة التحكم في درجة الحرارة من حيث السخونة أو البرودة.

س٨٢٤: عرف القوة الدافعة الكهربية المتغيرة ثلاثة أوجه (Three Phase Alternating Emf).

ج: هي القوة الدافعة الكهربية المتغيرة التي تنتج ثلاثة أشكال موجية وتختلف مع الوجه 120 °.

س٨٢٥: عرف الموتور الحثي ذو الثلاثة أوجه (Three Phase Induction Motor).

ج: هو نوع من الموتور الحثي الذي يدار بقوة دافعة كهربية متغيرة ثلاثة أوجه.

س٨٢٦: عرف ما هو المحول (Tranformer)؟

ج: المحول هو أداه تستخدم إما لزيادة أو تخفيض الفولتية المتغيرة.

س٨٢٧: عرف ما هو الترانزستور (Transistor)؟

ج: هو مكون إلكتروني ويعمل كمكبر وسويتش.

س٨٢٨: عرف ما هو قاطع الأنبوب (Tube Cutter)؟

ج: هي أداة ذات فكين بحيث تقبض على الأنبوب المعدني وتقطعه.

س٨٢٩: عرف ما هو موتور يونيفرسال (Universal Motor).

ج: هو نوع لموتور كهربي يمكن أن يعمل إما على التيار المتغير أو التيار الثابت.

س٨٣٠: عرف ما هو مبين التفريغ (Vacuum Gauge).

ج: هو مبين بوردون الذي يبين الضغوط التي تقل عن الضغط الجوي.

س٨٣١: عرف ما هو التبخير (Vaporisation).

ج: التبخير هو العملية التي يتحول فيها السائل إلى بخار عند درجة الغليان.

س٨٣٢: عرف السرعة (Velocity).

ج: هي السرعة في إتجاه معين.

س٨٣٣: عرف علو السرعة (Velocity Head).

ج: علو السرعة هو علو السائل المناظر لضغط السرعة.

س٨٣٤: عرف ما هو ضغط السرعة (Velocity Pressure).

ج: ضغط السرعة هو الضغط المنتج بواسطة المائع الذي يكون متحركًا بالإضافة إلى ضغطه الإستاتيكي.

س٨٣٥: عرف ما هي السيولة (Viscosity).

ج: هي إحتكاك السائل بين طبقات السائل.

س٨٣٦: عرف ما هو الفلتر اللزج (Vicous Filter).

ج: هو نوع من الفلتر (المرشح) لجزئيات الأتربة التي تلتصق بالزيت الذي يكون على سطح نحات المعدن.

س٨٣٧: عرف ما هو الفولت (Volt).

ج: الفولت هو وحدة القوة الدافعة الكهربية (e.m.f) أو فرق الجهد.

س٨٣٨: عرف ما هي الفولتية (Voltage).

ج: الفولتية هي القوة الدافعة الكهربية أو فرق الجهد (e.m.f or p.d).

س٨٣٩: عرف ما هو الفولتميتر (Voltmeter).

ج: الفولتميتر هو المقياس الذي يقيس الفولتية .

س٨٤٠: عرف ما هو الوات (Watt).

ج: الوات هو وحدة قياس للقدرة طبقًا لنظام القياسي العالمي (SI).

س٨٤١: ما هو المرشح (الفلتر) المطلق (Absolute Filter).

ج: هو فلتر ذات كفاءة عالية جدًا وهو يزيل ما بين 95 إلى 100٪ من الأتربة.

س٨٤٢: عرف ما هي الرطوبة المطلقة (Absolute Humidity).

ج: هي كتلة بخار الماء لكل حجم وحدة من الهواء.

س٨٤٣: عرف ما هو الضغط المطلق (Absolute Pressure).

ج: هو الضغط الكلي للمائع.

س٨٤٤: عرف ما هو التسارع (Acceleration).

ج: التسارع أو العجلة هو معدل التغير في السرعة بالنسبة لوحدة الزمن.

س٨٤٥: عرف التسارع بالنسبة للتثاقل (Acceleration due to gravity).

ج: هو تسارع أو عجلة الأشياء نتيجة للجاذبية الأرضية.

س٨٤٦: عرف ما هي الحموضة (Acidity).

ج: الحموضة هي قياس مدى الحامض الذي يكون في زيت التزييت.

س٨٤٧: عرف ما هو التغير الأدياباتي (Adiabatic change).

ج: هو التغير السريع في ضغط الغاز الذي يحدث مع التغير في درجة الحرارة.

س٨٤٨: عرف ما هو التيار المتغير (Alternating Current).

ج: هو تيار ذات تغيرات متكررة في الإتجاه تحت تأثير فولتية متغيرة.

س٨٤٩: عرف ما هي الفولتية المتغيرة (Alternating Voltage).

ج: هي الفولتية التي يظل الطرف المتعادل ثابت عند صفر فولت ويكون الطرف المكهرب (الحي) متغيرًا بين قيمة سالبة وقيمة موجبة.

س٨٥٠: عرف ما هو الأميتر (Ammeter).

ج: هو المقياس الذي يقيس التيار الكهربائي.

س٨٥١: عرف ما هو الأمبير (Ampere).

ج: هو وحدة شدة التيار الكهربي بنظام القياس العالمي (SI).

س٨٥٢: عرف ما هو عضو الإنتاج (Armature).

ج: هو قلب دوار من الحديد الرخو الذي يحتوي على ملفات الموتور الكهربي.

س٨٥٣: عرف ما هي الذرة (Atom).

ج: الذرات هي جزئيات ميكروسكوبية وهي كتل البناء الأساسية في الطبيعة.

س٨٥٤: عرف ما هو البار (Bar).

ج: البار هو وحدة قياس الضغط و1 بار = 10 ° باسكال.

س٨٥٥: عرف ما هو البارومیتر (Barometer).

ج: البارومیتر هو جهاز لقياس الضغط الجوي.

س٨٥٦: عرف ما هي النهاية الكبرى في المحرك (Bigend)؟

ج: النهاية الكبرى هي نهاية ذراع التوصيل الموصلة بقطاع مركز عمود الكرنك.

س٨٥٧: عرف ما هو شريط بايمتال (Bimetal Strip)؟

ج: هو نوع من الثرموستات يتركب من معدنين مختلفين موصلين مع بعضهما.

س٨٥٨: عرف درجة الغليان (Boiling Point).

ج: هي درجة الحرارة التي يكون عندها ضغط البخار المنتج بواسطة السائل يكون مساوي للضغط الجوي أو أي ضغط آخر محيط.

س٨٥٩: عرف ما هو مبين يوردون (Bourdon Gouge)؟

ج: هـو مـبين ضغط يتركب من أنبوب معدني أجوف على شكل حلزوني والذي يبدأ في الفتح تحت تأثير المائع داخله.

س٨٦٠: عرف قانون بويل (Boyle`s law).

ج: هـو القانـون الـذي ينص على أن حجم الغاز يتناسب عكسيًا مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة.

س٨٦١: ما هي الفرجونات (الفرش وهي جمع فرشاه) (Brushes)؟

ج: الفـرجونات أو الفـرش هـي أجـزاء مـن الموتـور الكهربي وتصنع عادة من الكربون وهي تقوم بالتلامس مع عضو التوحيد الدوار.

س٨٦٢: ما معنى حرق الموتور الكهربي (Electric Motor Burnout)؟

ج: هو حدوث خطأ كهربي يتسبب في إتلاف الملفات نتيجة لدرجة الحرارة العالية.

س٨٦٣: عرف المكثف الكهربي (Capacitor).

ج: المكثف الكهربي هو مكون كهربي يستخدم في تخزين الشحن.

س٨٦٤: ما هي الأنبوبة الشعرية (Capillary Tube)؟

ج: هـي طول معين لأنبوب معدني ضيق وتستخدم أداة للخنق أي تتحكم في مرور المائع وهي التي توصل بين خط السائل والمبخر.

س٨٦٥: عرف الرسم التخطيطي للدائرة (Circuit Diagram).

ج: هو الرسم البياني الذي يستخدم رموز الدائرة لتفسير الدوائر الكهربية.

س٨٦٦: عرف ما هو الرمز التعبيري في الدائرة (Circuit Symbol)؟

ج: هو الرمز الذي يعبر عن المكونات الكهربية والكميات وهو رمز تعبير قياسي.

س٨٦٧: عرف الخلوص – الحجم الخلوصي – (Clearance Volume –Clearance).

ج: هو الفراغ المتروك عند أعلى الإسطوانة عندما يكون المكبس عند النقطة الميتة العليا.

س٨٦٨: عرف ما هي درجة التغيم (Cloud Point)؟

ج: هي درجة الحرارة التي عندها يبدأ الشمع في الإنفصال من طبقة زيت التزييت.

س٨٦٩: عرف ما هو عضو التوحيد (Commutator)؟

ج: عـضو التوحيد هو حلقة غالبًا تكون من النحاس الأصفر ومقسمة إلى أجزاء وتوصل بالملفات التي يتكون منها موتور كهربائي.

س٨٧٠: عرف ما هو الحشو بالإنضغاط (compression Fitting)؟

ج: هو الحشو الذي يستخدم فيه حلقة إنضغاط وصامولة مقلوظة.

س٨٧١: ما هي نسبة الإنضغاط (Compression Yatio)؟

ج: نسبة الإنضغاط هي نسبة ضغط الطرد المغلق إلى ضغط السحب المطلق.

س٨٧٢: عرف ما هو المبين المركب (Compound Gauge)؟

ج: هو المبين أو المقياس الذي يمكن أن يقيس ما هو أقل أو أعلى من الضغط الجوي.

س٨٧٣: عرف قدرة الضاغط (Compressor Power).

ج: قدرة الضاغط هي القدرة النظرية المطلوبة لإدارة الضاغط (الكمبريسور).

س٨٧٤: مما تتكون وحدة التكثيف (Condensing Unit)؟

ج: تتكون وحدة التكثيف من الضاغط والموتور والمكثف مع خط للطرد والجميع في وحدة واحدة.

س٨٧٥: عرف التوصيلية (Conductance)؟

ج: التوصيلية هي المقدرة على توصيل الحرارة (بواسطة المعدن).

س٨٧٦: عرف التوصيل (Conduction).

ج: التوصيل هو إنتقال الحرارة بواسطة حركة الإلكترونات أو بواسطة إهتزاز الجزئيات.

س٨٧٧: عرف ذراع التوصيل (البيل) (Connecting Rod).

ج: ذراع التوصيل هو الذراع الذي يوصل عمود الكرنك بالمكابس (البساتم).

س٨٧٨: عرف الحَمْل (Convection).

ج: الحَمْل هو إنتقال الحرارة عن طريق تغيرات الكثافة في المائع.

س٨٧٩: عرف التيار التقليدي (Conventional current).

ج: هو الإصطلاح على أن التيار الكهربائي يسري من الموجب إلى السالب.

س٨٨٠: عرف ما هو الكيميائي الأكال أو الذي يسبب تآكل كيميائي (Corrosive)؟

ج: هو الكيميائي الذي يهاجم الأسطح العاملة والنسيج البشري.

س٨٨١: عرف ما هو بنز الكرنك (Crank pin)؟

ج: هو البنز الذي يوصل المكبس بعامود الكرنك.

س٨٨٢: عرف عامود المرفق (عمود الكرنك) (Crank Shaft).

ج: هو العمود الدوار الذي يسبب حركة المكبس (البستم) إلى أعلى وإلى أسفل.

س٨٨٣: ما هي درجة الحرارة الحرجة (Critical Temperature)؟

ج: هي درجة الحرارة العالية التي لا يستطيع فيها البخار أن يكون مسال بالضغط وحدة.

س٨٨٤: عرف ما هو منع الرائش (Deburring)؟

ج: منع الرائش هو إزالة الرائش من داخل المواسير.

س٨٨٥: عرف ما هي درجة سليسيوس (Degree Celsius)؟

ج: هي وحدة كل يوم من درجة الحرارة المئوية.

س٨٨٦: عرف ما هي إزالة الرطوبة (Dehumidification)؟

ج: هي تخفيض نسبة الرطوبة في الهواء.

س٨٨٧: ما هي الكثافة (Density)؟

ج: الكثافة هي خاصية المادة والتي تعرف بأنها هي كتلة المادة بالنسبة لوحدة حجمها.

س٨٨٨: ما هي نقطة الندى (Dew Point)؟

ج: نقطة الندى هي درجة الحرارة التي يصبح عندها بخار الماء في الهواء مشبعًا.

س٨٨٩: عرف ما هي المتانة الكهربية (Dielectric Strength)؟

ج: هي قياس كهربائي لكمية عدم النقاوة في زيت التزييت.

س٨٩٠: عرف ما هي الفرقية (Differential)؟

ج: هي الفرق بين امداد وعدم الامداد لدرجات الحرارة عن بعد في الثرموستات.

س٨٩١: عرف ما هو الدايود(Diode)؟

ج: هو المكون الكهربائي الذي يسمح للتيار بأن يسري فقط في إتجاه واحد.

س٨٩٢: عرف ما هو التيار الثابت أو المستمر (Direct Current)؟

ج: هو التيار المنتظم الذي لا يغير إتجاهه ويسري من الموجب إلى السالب.

س٨٩٣: عرف ما هي الفولتية الثابتة أوالمستمرة (Direct Voltage)؟

ج: هي فولتية منتظمة من البطارية أو مصدر مماثل والذي لا تغير إتجاهها.

س٨٩٤: عرف ما هو الفلتر الجاف (Dry Filter)؟

ج: هو الفلتر الذي يستخدم ألياف زجاجية أو قطن خام مع مادة لاصقة.

س٨٩٥: عرف ما هو التيار الكهربي (Electric Current)؟

ج: التيار الكهربي هو عبارة عن حركة أو مسار إلكترونات خلال سلك أو سائل أو غاز.

س٨٩٦: عرف ما هو الفلتر (المرشح) الكهربائي (Electric Filter)؟

ج: هو نوع من الفلتر يستخدم فولتية عالية لجذب جزئيات الأتربة المشحونة.

س٨٩٧: عرف ما هوالموتور الكهربائي (Electric Motor)؟

ج: هو آلة دوارة ويحدث فيها الدوران بسبب قوى التيار الذي تحملة الملفات فيى المجال المغناطيسي.

س٨٩٨: عرف ما هو المغناطيس الكهربي (Electro Magnet)؟

ج: هو قضيب من الحديد الرخو يوضع داخل ملف والذي يصبح مغناطيسي عندما يمر التيار في الملف.

س٨٩٩: عرف ما هو الحث الكهربي المغناطيسي (Electromagnetic Induction)؟

ج: هو توليد الكهرباء عن طريق تمرير سلك توصيل خلال المجال المغناطيسي.

س٩٠٠: عرف ما هي القوة الدافعة الكهربية (Electromotive Force (e.m.f؟

ج: هي قولتية مصدر القدرة.

س٩٠١: عرف ما هو الإلكترون (Electron)؟

ج: الإلكترون هو جسيم دقيق سالب يكون في مدار نواة الذرة ويكون مسؤول عن التوصيل الكهربي.

س٩٠٢: عرف ما هي الطاقة (Energy)؟

ج: الطاقة هي القدرة على بذل شغل.

س٩٠٣: ما هوالمحتوي الحراري (Enthalpy)؟

ج: المحتوى الحراري هو كمية الطاقة الداخلية والناتج من الضغط والحجم.

س٩٠٤: عرف ما هو الأنتروبيا (Entropy)؟

ج: التغير الأنتروبي هو الحرارة المنقولة مقسومة على درجة الحرارة المطلقة.

س٩٠٥: عرف ما هي ملفات المجال (Field Coils)؟

ج: هي ملفات على هيكل حديد رخو وهي التي تولد المجال المغناطيسي لموتور كهربي.

س٩٠٦: عرف ما هو لحام الحشو (Fillet)؟

ج: هو لحام يتحرك إلى الداخل ويساعد على قفل الفراغ الضيق.

س٩٠٧: ما معنى قابل للإشتعال (Flammable)؟

ج: الكيميائي الذي ينفجر بسهولة في أماكن اللهب يطلق عليه قابل للإشتعال.

س٩٠٨: عرف ما هو التركيب بالتوهج (Flare Fitting)؟

ج: هو التركيب بطرف متمدد بحيث يثبت في موضعه بواسطة صامولة مشقوقة.

س٩٠٩: أذكر قاعدة فلمنج لليد اليسرى (Fleming`s Left Hand Rule)؟

ج: هي قاعدة التأثير للموتور حيث أن أصبع الإبهام والسبابة والوسطى توضع إتجاهات القوة، المجال المغناطيسي وشدة التيار على التوالي.

س٩١٠: عرف ما هو المائع (Fluid)؟

ج: المائع هوالسائل أو البخار (الغاز).

س٩١١: عرف ما هي القوة (Force)؟

ج: القوة تجعل الجسم يتسارع.

س٩١٢: عرف ما هو مساعد الصهر (Flux)؟

ج: هو المادة التي تصب من أجل تنظيف الشغل الذي يكون جاهز للحام والهواء.

س٩١٣: عرف ما هي الذبذبة (Frequency)؟

ج: هي عدد الذبذبات في الثانية للتيار أوالفولتية المتغيرة.

س٩١٤: عرف ما هو الفيوز (Fuse)؟

ج: هوأداة للأمان في الدائرة الكهربائية والذي ينصهر عندما يصبح التيار عالي جدًا.
س٩١٥: عرف ما هو العلو (Head)؟
ج: العلو هو عمق الماء الذي يحدث ضغط وبذلك يمكن إستخدامه قياس للضغط.
س٩١٦: عرف ما هي الحرارة (Heat)؟
ج: هي شكل الطاقة المحولة نتيجة لفرق الحرارة.
س٩١٧: عرف ما هي السعة الحرارية (Heat Capacity)؟
ج: هي كمية الحرارة المطلوبة لتسخين جسم لرفع درجة حرارته واحد درجة مئوية.
س٩١٨: عرف ما هو الهرتز (Hertz)؟
ج: الهرتز هو وحدة قياس الذبذبة (وحدة قياس النظام العالمي SI).
س٩١٩: وضح معنى رطب (Humid).
ج: الهواء الذي به نسبة رطوبة عالية يسمى هواء رطب.
س٩٢٠: عرف ما هو الترطيب (Humidification)؟
ج: الترطيب هو إضافة الماء إلى الهواء.
س٩٢١: ما هو الإيجروميتر (Hygrometer)؟
ج: هو جهاز لقياس درجة حرارة البلل والجفاف ونقطة الندى والرطوبة النسبية.
س٩٢٢: ما هو الموتور الحثي (Induction Motor)؟
ج: هو نوع موتور تيار متغير والمجال الدوار المغناطيسي فيه يحدث تيارات حثية في العضور الدوار حيث أنه بواسطة تأثير الموتور تنتج قوة على العضو الدوار.
س٩٢٣: عرف ما هو جهاز إختبار مقاومة العزل والإستمرارية (Insulation & Continuity)؟
ج: هو جهاز القياس المقاومات العالية ولإختبار داوئر القصر والفتح.
س٩٢٤: عرف ما هي الطاقة الداخلية (Internal enerey)؟
ج: هي كمية الطاقات الحركية والجهدية لجزئيات المادة.
س٩٢٥: عرف ما هو المؤين (Ionised)؟
ج: الذرات التي تفقد إلكترون أو أكثر يقال أنها مؤينه.
س٩٢٦: ما هو التغير الأيزوثيرمالي (Isothermal Change)؟
ج: هو التغير الذي يحدث لضغط وحجم الغاز دون التغير في درجة الحرارة.
س٩٢٧: عرف ما هو الجول (Joule)؟
ج: هو وحدة قياس الطاقة والشغل (نظام القياس العالمي SI).
س٩٢٨: عرف ما هي درجة كلفن (Kelvim)؟
ج: هي وحدة قياس درجة الحرارة المطلقة (نظام القياس العالمي SI).
س٩٢٩: عرف ما هي الطاقة الحركية (Kintic Energy)؟

ج: هي طاقة حركة الجسم.
س٩٣٠: عرف ما هي الحرارة الكامنة (Latent Heat)؟

ج: هي الحرارة التي تحدث تغير في الشكل ولا تسبب إرتفاع في درجة الحرارة.
س٩٣١: أذكر قانون بقاء الطاقة (low of Conservation of energy).

ج: هـو القانون الذي ينص على أن المادة لا يمكن أن تفني ولكنها فقط تتحول من شكل لأخر.

س٩٣٢: عرف دايود باعث الضوء (Light emitting diode).

ج: هو الدايود الذي يصدر ضوء عندما يتم توصيله بدائرة.
س٩٣٣: عرف ما هو اللتر (Litre)؟

ج: هو وحدة حجوم وهويساوي 1000سم^3.
س٩٣٤: عرف ما هو الطرف المكهرب ـ الحي (Live)؟

ج: هو طرف لمصدر تيار متغير والذي يتغير بين قوة دافعة كهربية موجبة وسالبة.
س٩٣٥: عرف ما هو اللف الرئيسي(Main winding)؟

ج: هوملفات العضوالساكن لموتور حثي.
س٩٣٦: عرف ما هو المانوميتر (Manometer)؟

ج: هـو أنـبوب علـى شكل حرف U مملوء بالسائل ويستخدم في قياس فرق الضغط بين المائع والضغط في الجو الخارجي.
س٩٣٧: عرف ما هو الجزئ (Molecule)؟

ج: هو إتحاد الذرات التي لها خصائص كيميائية مختلفة من الذرات نفسها.
س938: ما هو تأثير الموتور (Motor Effect)؟

ج: هو توليد قوة السلك الحامل للتيار الذي يكون في المجال المغناطيسي.
س939: ما هو المقياس المتعدد (multimeter)؟

ج: هو مقياس له القدرة على قياس فولتية التيار والمقاومة.
س940: ما هو الطرف المتعادل (Neutral)؟

ج: هو طرف مصدر تيار متغير وله فولتية دائمة صفر.
س941: عرف ما هو النيوتن (Newton)؟

ج: النيوتن هو وحد قياس القوة (نظام القياس العالمي SI).
س942: عرف ما هو الغير أومي (Non-Ohmic)؟

ج: هي المكونات الكهربائية التي لا تتبع قانون أوم ويقال عليها غير أوميه.
س943: عرف ما هي النواة (Nucleus)؟

ج: هي قلب النواه المركزي المشحون بإيجابية والذي يحتوي تقريبًا على الكتلة كلها.
س944: عرف ما هو الأومي (Ohmic)؟

ج: هو المكونات الكهربائية التي تتبع قانون أوم ويقال أنها أومية.

س945: عرف ما هو الأوميتر (Ohmmeter)؟

ج: هوجهاز قياس المقاومة الكهربائية.

س946: عرف ما هو قانون أوم (Ohm`s law)؟

ج: هـو القانـون الـذي ينص على أن التيار الذي يسري في سلك يتناسب طرديًا مع فرق الجهد المستخدم عندما تظل درجة الحرارة ثابتة.

س947: عرف ما هي الدائرة المفتوحة (Open Circuit)؟

ج: هي الدائرة التي يحدث بها قطع وبالتالي لا يستطيع أن يسري فيها التيار.

س948: عرفما هو التحكم في التشغيل (Operating Control)؟

ج: هو التحكم الذي يحافظ على حالات درجة الحرارة المطلوبة أو الرطوبة في الدائرة.

س949: عرف ما هو مشعل الأكسـي أسـيتلين (Oxy- Acetylene Torch)؟

ج: هو نوع مشعل ذات درجة حرارة عالية يستخدم في لحام الفضة.

س٩٥٠: عرف ما هو الباسكال (Pascal)؟

ج: الباسكال هو وحدة قياس الضغط (نظام القياس العالمي SI).

س٩٥١: عرف ما هي ظاهرة بلتيية (Peltier Effect)؟

ج: هـي تـسخين وصـلة واحـدة والتـبريد للأخـرى عـندما يمـر التـيار من خلال الموصل الحراري.

س٩٥٢: عرف ما هي الفترة (Period)؟

ج: هو الزمن الذي تستغرقه دورة واحدة للتيار أو الفولتية المتغيرة.

س٩٥٣: ما هو الطور (Phase)؟

ج: الحالة الصلبة والسائلة والبخار (أو الغاز) هي أطوار المادة الثلاثة.

س٩٥٤: عرف ما هي إزاحة المكبس (Piston displacement)؟

ج: هي الفرق في الحجم بين النقطة الميتة العليا والسفلى.

س٩٥٥: عرف ما هي حلقة المكبس – شنبر المكبس (Piston Ring)؟

ج: هـي حلقـة قابلـة للإستبدال وتوضع في المكبس وذلك لحبك مساحة صغيرة للتلامس بين المكبس وجدار الإسطوانة وذلك لتقليل الإحتكاك.

س٩٥٦: عرف ما هو لوح المكثف (Plate Condenser)؟

ج: هو المكثف الذي يوجد به لوح معدن مثبت لتحسين التوصيل الحراري.

س٩٥٧: عرف ما هو مبخر سـطح اللوح (Plate Surface evaporator)؟

ج: هو نوع من المبخر فيه المساحة الكبيرة من سطح اللوح تساعد في التوصيل الحراري.

س٩٥٨: عرف ما هو الأيون الموجب (Positive ion)؟

ج: هو الذرة التي تفقد أيون واحد أو أكثر ويكون شحنها موجب.
س٩٥٩: عرف ما هو فرق الجهد (Potential Difference)؟
ج: هو الفولتية التي تكون من خلال مكونات الدائرة الكهربية.
س٩٦٠: عرف ما هي طاقة فرق الجهد (Potential energy)؟
ج: هي طاقة الوضع إما في حالة إنجذاب أو مجال كهربي.
س٩٦١: عرف ما هي نقطة الصب (Pour Point)؟
ج: هي أدنى درجة حرارة التي ينسكب عندها الزيت.
س٩٦٢: عرف ما هي القدرة (Power)؟
ج: هي معدل بذل الشغل أو معدل الطاقة المستنفذة.
س٩٦٣: عرف ما هو الضغط (Pressure)؟
ج: هوالقوة لكل وحدة مساحة الناتجة من الحالة الصلبة أو السائلة أوالغازية (البخار).
س٩٦٤: عرف الرسم البياني للضغط والمحتوى الحراري (-Puessure-entholpy diagrom)؟
ج: هو بيان تخطيطي للدورة التي توضع العلاقة بين الضغط والمحتوى الحراري.
س٩٦٥: عرف ما هو مبين الضغط (Pressure Gauge)؟
ج: هو جهاز أو مبين يقيس الضغط سواء بالبار أو بالرطل/بوصة مربعة.
س966: عرف ما هي الصيانة الوقائية (Preventive Maintemance)؟
ج: هو فحص دوري مصحوب بإصلاح وإستبدال للأجزاء التالفة.
س967: عرف ما هو السيكروميتر (Psychrometer)؟
ج: هو جهاز لقياس درجات حرارة البلل والجفاف ودرجات حرارة نقطة الندى والرطوبة.
س968: عرف ما هي الخارطة البيانية السيكرومترية (Psychro metric chart)؟
ج: هي خارطة بيانية توضح بيانات درجات حرارة نقطة الندى والرطوبة النسبية والقيمة النوعية للمحتوى الحراري والسعة الحرارية والرطوبة والحجم.
س969: عرف ما هي السيكرومترية (Psychrometry)؟
ج: هي دراسة الهواء وإحتواءة لبخار الماء لإستخدامها في تكيف الهواء.
س٩٧٠: عرف ما هو الإشعاع (Radiation)؟
ج: الإشعاع المغناطيسي الكهربائي هو الذي يقوم بنقل الحرارة.
س٩٧١: عرف ما هي الفاعلية الإشعاعية (Rodioactivity)؟
ج: هي إشعاع من مادة ذات نشاط إشعاعي.
س٩٧٢: عرف ما هو وسيط التبريد (Refrigerant)؟

ج: هـو المائـع الفعـال الذي يتم تداوله في دائرة التبريد ويحدث التبريد والتسخين عندما يغير الشكل.

س٩٧٣: عرف ما هي السعة التبريدية (Refrigeroting Capacity)؟

ج: هي مقدرة الضاغط على إحداث التبريد.

س٩٧٤: عرف ما هي الرطوبة النسبية (Relative Humidity)؟

ج: الـرطوبة النـسبية هـي النـسبة بين ضغط بخار التشبع عند نقطة الندى إلى ضغط بخار التشبع عند درجة حرارة الهواء ويعبر عنها بالنسبة المئوية.

س٩٧٥: عرف ما هو المرحل (Relay)؟

ج: هـو الـسويتش الكهربي المغناطيسي الذي يمكن أن يسمح لدائرة واحدة بالدخول مع سويتش دائرة أخرى بوضع التشغيل أو الإيقاف (On or off).

س٩٧٦: عرف ما هي المقاومة(Resistance)؟

ج: هي نسبة الفولتية إلى التيار للمكون أو الدائرة وهي تقاس بالأوم (Ω).

س٩٧٧: عرف ما هو جذر متوسط المربعات (Root mean Square)؟

ج: هو نوع من القيمة المتوسطة للتيار المتغير والفولتية.

س٩٧٨: عرف ما هو الضاغط الدوار (Rotary Compressor)؟

ج: هـو نـوع مـن الـضاغط حـيث أن الإنـضغاط يتم تحقيقه بواسطة الدوران فضلاً عن الحركة إلى أعلى وإلى أسفل (الترددية).

س٩٧٩: عرف ما هي الريشة الدوارة ـ للضاغط (Rotating Vane)؟

ج: هو نوع من الضاغط له أربع ريش محملة بياي على العمود الدوار.

س٩٨٠: عرف ما هو العضو الدوار (Rotor)؟

ج: هو قلب دوار من الحديد الرخو الذي يمسك الملفات لموتور كهربائي.

س٩٨١: ما هو السائل المشبع (Saturated liquid)؟

ج: هو السائل الذي يتصل ببخاره بحيث أن الجزئيات تعود للدخول إلى السائل.

س٩٨٢: ما هو البخار المشبع (Saturated Vapour)؟

ج: هـو الـبخار الـذي يكون متصلاً بسائله بحيث أن الجزئيات تدخل البخار من السائل الوقت كله.

س٩٨٣: عرف ما هو شبه الموصل (Semi Conductor)؟

ج: هي المادة التي لها إمكانية شبه التوصيل للكهرباء.

س٩٨٤: ما هي درجة حرارة التشبع (Saturation Temperature)؟

ج: هي درجة الحرارة التي يتحول عندها السائل إلى البخار أو يتحول البخار إلى سائل.

س٩٨٥: عــرف مـا هـو جهـاز سـيبولت يونيفرسـال للـثواني (Saybolt Seconds-Universal)؟

ج: هو جهاز لقياس سيولة الزيوت.

س٩٨٦: عرف ما هي الحرارة المحسوسة (Sensible Heat)؟

ج:هي الحرارة التي يمكن إكتشافها كنتيجة لإرتفاع درجة الحرارة.

س٩٨٧: عرف ما هو الإتصال على التوالي (Series Connection)؟

ج: هو طريقة لإتصال المقاومات على التوالي بحيث يمكن جمعها مع بعضها.

س٩٨٨: عرف ما هي دائرة القصر (Short Circuit)؟

ج: دائـرة القـصر تنـتج مـن خطـأ كهربـي والـذي يكـون هناك إتصال مباشر بين الملف التالف والأرض أو إتصال مباشر خلال الملفات.

س٩٨٩: عرف ما هي البلاستيكية (Plasticity)؟

ج: إذا لم يختفي أي إنفعال من المادة المجهدة بعد إزالة الإجهاد تكون بلاستيكية.

س٩٩٠: ما هي الصلابة الخاصة بالمادة (Hardness)؟

ج: مدى مقاومة المادة للنحات أو التآكل هو الذي يبين صلابة هذه المادة.

س٩٩١: ما هي قوة المادة (Strength)؟

ج: كلما تحملت المادة حمل أكبر فهي في هذه الحالة تكون أقوى.

س٩٩٢: ما هي شدة المادة (Toughness)؟

ج: المادة القادرة على مقاومة الحمل المتغير عليها دون إنهيارها تكون مادة ذات شدة.

س٩٩٣: ما هي الخصائص الأخرى للمادة؟

ج: خاصـية مقاومـة المـادة للـتآكل الكيميائـي وخاصية مقاومة المادة ذاتها ودرجة التوصيل الكهربي للمادة ودرجة التوصيل الحراري.

س٩٩٤: ما هو إختبار الشد الذي يجري على المادة (Tensiletest)؟

ج: هذا الاختبار يجري على المادة للتعرف على مدى قوتها ومطوليتها.

س٩٩٥: ما هو إختبار إجهاد الصمود (Proof Stress)؟

ج: يجـري هذا الإختبار على المادة في حالة عدم التعرف على نقطة الخضوع لبعض المعادن السبائك.

س٩٩٦: عرف ما سبب الضغط في صندوق المرفق (الكرنك) Crank Case Pressure؟

ج: عـادة يكون السبب في ذلك هو أن غازات الإحتراق وجدت طريقها إلى داخل صندوق المرفق.

س٩٩٧: عرف ما هو السيتين (Cetane)؟

ج: هـو المـصطلح المعـتاد لتوضـيح الـضغط ودرجـة الحرارة الذي يشتعل ويحترق عندهم الوقود.

س٩٩٨: عرف ما هو المطهر أو المنظف الذي يضاف للزيوت (Detergent)؟

ج: هـو عـبارة عـن إضـافات تـستخدم في زيـوت التـزييت لتجميع الرواسب الكربونية وبـذلك تساعد في عدم تزبد الزيت وعادة يوضع للزيت منظف أو مطهر خدمة شاقة أو معتدلة.

س٩٩٩: عرف ما هو منظف الهواء (Air Cleaner)؟

ج: هناك أنواع مختلفة لمنظف الهواء وهي لتنظيف الهواء من الأتربة قبل دخوله إلى المحرك.

س١٠٠٠: عرف ما هي درجة الحريق (Fire Point)؟

ج: هي درجة الحريق عند تذرير الوقود داخل غرفة الإحتراق.

أهم المراجع

المراجـــع

References

1- Practical Mathematics For marine Engineers By Peter Youngson and Tom A.Bennett.

2- Applied mechanics For Beginners By J. Duncan.

3- Elementary Applied mechanics By Arthur morly and William Inchley.

4- Engineering Science For mechanical Engineering Technicians By mudge & Romney.

5- Henshall S.H medium & High Speed Diesel Engines.

6- Thomas D.M Motor Engineering Knowledge.

7- M.E.B.A Diesel For marine Engineers.

8- Maleev V.L Internal combustion Engines.

9- Wharton A.J Diesel Engines.

10- John Lamb Running & Maintenance Of the marine diesel Engines.

11- Questions And Answers on Diesel Engines By John Lamp.

12- Reed`s Engineering Knowledge For marine Engineers.

13- Questions And answers-Diesel Engines By JN Seale.

الفهرس

الفهــرس

Index

الموضوع	الصحفة
المقدمة	٣
مبادئ الميكانيكا والإستاتيكا Mechanic And Static Principals	٥
الآلات البسيطة The simple machines	١٠
قوة أو متانة المواد	١٩
الإنحناء Bending	٢٧
الإلتواء (اللي)	٢٩
معادلة الغلاية	٣١
الحرارة Heat	٣٤
خواص المواد	٤٤
كميات المتجهات Vectors	٦٢
الاحتكاك Friction	٦٧
الكهرباء والمغناطيسية Electricity & Magnetism	٧١
المغناطيسية Magnetism	٧٤
تروس نقل الحركة	٧٧
تطبيقات عملية لمجموعة تروس آلات الرفع	٧٩
التروس الدودية (الترس الدودي والعجلة الدودية)	٨٠
تروس التخفيض	٨١
المواد وخصائصها	٨٧
إنتاج وخصائص الحديد والصلب	٨٧
المعادن ومواد تكوينها	٩٧
العناصر الغير معدنية	١٠٤
الجوهر الأولي للمادة Preliminary matter	١١٠
أسئلة وأجوبة في مجال الميكانيكات Mechanics	١١٨
الوقود المستخدم في محرك الاحتراق الداخلي Internal Combustion Engine Fuels	١٢٣
الإحتراق وكفاءة المحرك	١٣٣
أعمدة الكرنك وكراسي التحميل Crank Shafts and Bearings	١٤٦
دوائر سحب الهواء وطرد العادم في المحرك	١٤٨
ميكانيكيا المكابس (البساتم) وشنابر المكبس	١٥٨

الطاقة الميكانيكية	١٦٥
الوقود والإحتراق	١٧٠
التزييـــــت	١٧٢
بدء وعكس الحركة في المحركات الديزل	١٧٥
ديناميكا محركات الإحتراق الداخلي	١٧٧
أسئلة اختبارات وأجوبتها	١٨٠
الخصائص الميكانيكية للمواد	١٨٢
تعريفات هندسية وميكانيكية عامة	١٨٥
المراجع	٢٠١
الفهرس	٢٠٥